

Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы

2019
Часть 1



Материалы пятой
международной
научно-практической
конференции



Дорогие друзья,
Где небо озаряется природной красотой, Ресам
Давно добываются архангелы Архангел в Давиде



15-18 сентября
2019

Севастополь -
Воронеж -
Ханой

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ХАНОЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РОССИЙСКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
ВЬЕТНАМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА**

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**Экологическая геология: теория, практика и
региональные проблемы**

15-18 сентября 2019 г

Часть 1

*Посвящается
Году особо охраняемых природных территорий России
Пятой годовщине присоединения Крыма к России*

Севастополь 2019

Воронеж
Издательство «Цифровая полиграфия»
2019

УДК 520

Э 40

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного университета от 28.08.2019, протокол №8

Редколлегия:

И.И. Косинова, доктор геолого-минералогических наук, профессор;

Д.В. Панфилов, кандидат технических наук, доцент;

Л.А. Ничкова, кандидат технических наук, доцент;

С.И. Фонова, кандидат географических наук, доцент.

Э 40 VI Международная научно-практическая конференция «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы» (15-18 сентября 2019)
Часть 1. – Воронеж - Севастополь – Ханой, – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2019. – 274 с.

ISBN 978-5-906384-92-8, 978-5-909384-94-2

В сборнике представлены материалы VI Международной научно-практической конференции «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы», проходившей на площадке Севастопольского государственного университета 16-18 сентября 2019 г. Включенные в сборник материалы отражают теоретические аспекты, практический опыт, современные тенденции, инновационные разработки в области эколого-геологических исследований, проблем техносферной безопасности, профильного экологического образования. Соучредителями конференции 2019г стали ведущие вузы России и Вьетнама. Материалы сборника включают результаты исследований ученых и практиков широкого круга регионов России, стран ближнего зарубежья, Вьетнама. Значимый блок публикаций представлен трудами молодых ученых. Материалы сборника могут быть полезными для научных работников, представителей производства, преподавателей и обучающихся ВУЗов, осуществляющих свою деятельность в сфере экологических направлений естественных наук, сфере техносферной безопасности, инженерно-экологических изысканий.

Материалы опубликованы в авторской редакции.

ISBN 978-5-906384-92-8

© Воронежский государственный университет, Воронежский государственный технический университет, Севастопольский государственный университет, Вьетнамский национальный университет лесного хозяйства

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1

Экологические функции литосферы и их трансформация в эпоху техногенеза

ТРАНСФОРМАЦИЯ АЭРОИОННОГО СОСТАВА ВОЗДУХА МАЛЫХ ГОРОДОВ	7
<i>Е.В. Архипова, А.Д. Жигалин, Н.А. Федорук, Е.Э. Тормышева</i>	
ОПАСНЫЕ ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА	11
<i>Д.А. Борисенко, И.С. Новиков, В.С. Соболева</i>	
СЕЛЕНОВЫЙ СТАТУС ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ	16
<i>В.В. Ватиров, Е.А. Чаженгина</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СЕВЕРЕ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ	19
<i>М.Г. Вахнин</i>	
ИЗМЕНЕНИЕ НАПРАВЛЕННОСТИ ЛИТОМОРФОГЕНЕЗА НА МЕЛКОВОДЬЯХ МОРЕЙ ЛАПТЕВЫХ И ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО НАРУБЕЖЕ XX И XXI ВЕКОВ	22
<i>А.В. Гаврилов, Е.И. Пижанкова, А.А. Кучейко</i>	
ВЗГЛЯД НА ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ КАК НАУКИ	25
<i>И.Ю. Григорьева</i>	
ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИЙ ИНТЕНСИВНОГО ОСВОЕНИЯ КАК ИНДИКАТОР ТРАНСФОРМАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ	30
<i>А.Д. Жигалин, В.Т. Трофимов, Е.В. Архипова, М.А. Харьковина</i>	
КАМЕННАЯ ЛЕТОПИСЬ ОБ ЭТАПАХ ПРОИСХОЖДЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЖИЗНИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИДОНЬЯ	32
<i>И.И. Косинова, В.В. Ильяхи</i>	
СИСТЕМАТИКА ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ	36
<i>В.А. Королёв</i>	
РОЛЬ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЕРМОФОРМ РТУТИ В ЗОНЕ ГИПЕРГЕНЕЗА СУЛЬФИДНЫХ РУД ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХРЕБТА ХУАН ДЕ ФУКА	41
<i>Л.Н. Лучшеева, Ю.И. Коновалов, В.Б. Курносков</i>	
ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ МАНГРОВЫХ ЛЕСОВ В ДЕЛЬТЕ МЕКОНГА (ВО ВЬЕТНАМЕ)	45

В.О. Мокиевский, Тон Шон

**ХАРАКТЕР И ПРИЧИНЫ ПОДЪЁМА УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД
НА ОДНОЙ ИЗ ПРОМПЛОЩАДОК В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН** 55
Р.Х. Мусин, А.Р. Галаева, Т.Г. Курбанов, Н.А. Курлятов

РЕЛЬЕФ И НЕОТЕКТОНИКА ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА 59
И.С.Новиков, Д.А.Борисенко

**ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. НИЖНЕГО
НОВГОРОДА)** 64
*А.А. Селезнев, И.В. Ярошенко, Е.О. Илгашева, Д.В. Киселева, А.Д. Брянская, Г.П.
Малиновский, М.Е. Рудаков*

**ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ
ЛИТОСФЕРЫ: ИСТОРИЯ ВОПРОСА, СОВРЕМЕННАЯ ПОЗИЦИЯ,
СПЕЦИФИКА ТЕХНОГЕННО-ПРИРОДНОГО ЭТАПА** 68
В.Т. Трофимов

**ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАССИВОВ
ГЛИНИСТЫХ ПОРОД** 72
Б.Д. Чадромцев, В.А. Королёв

**ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ОСНОВА ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИ-
ТОРИНГА НА АСТРАХАНСКОМ ГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТО-
РОЖДЕНИИ** 76
Н.Ф.Федорова

**ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ РЕЛЬЕФА И ПОДЗЕМ-
НЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЛАНДШАФТА ГО-
МЕЛЬСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА** 79
О.В. Шеринёв, А.И. Павловский, И.И. Косинова

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛИТОСФЕРЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРА-
НИЦ ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЭКОГЕОГРАФИЧЕСКОМ КАР-
ТОГРАФИРОВАНИИ. КАМЧАТСКИЙ КРАЙ** 84
Г.П. Яроцкий

Глава 2

Проблемы техносферной безопасности территорий

**ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
НА ПАО «СЕВАСТОПОЛЬГАЗ»** 89
Т.И. Андреевко, О.А. Жидкова

**НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ
ООО «МПК «СКВОРЦОВО»** 92
Т.И. Андреевко, С.Т. Меджидова, А.С. Дьячков

О ПОСТРОЕНИИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЛАЖНОЙ ПОЧВЫ 96
Н.В.Бобровников

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА Г. ВОРОНЕЖ	100
<i>И.А. Иванова</i>	
ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ АВИАЦИОННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	106
<i>Ж.Ю. Кочетова, О.В. Базарский, Н.В. Маслова</i>	
ОСОБЕННОСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИЛЕГАЮЩИХ К АЭС ТЕРРИТОРИЙ	110
<i>Н.Н. Кривенко, К.В. Чебанюк, А.Б. Плаксицкий, Д.А. Стойко</i>	
СОЗДАНИЕ ГИС-ПРОЕКТА «ВЫЗОВЫ СКОРОЙ И НЕОТЛОЖНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	114
<i>Н.В. Крутских, Б.З. Белашев, А.А. Герасимова</i>	
РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ	119
<i>П.С. Куприенко, Т.В. Овчинникова</i>	
ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ГИПСОАНГИДРИТОВ В ВОДЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ.	123
<i>А.Л. Лебедев</i>	
УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ К ТЕХНОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ ПО ТЕРРИТОРИИ ЧУВАШИИ	126
<i>Т.М. Рахимов</i>	
ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С АВТОМАТИЧЕСКИХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	130
<i>Н.А. Саноцкая</i>	
МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАСПОРТОВ РОДНИКОВ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА	133
<i>Г.А. Сигора, Т.Ю. Хоменко, Л.А. Ничкова</i>	
МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА	138
<i>Т.В. Овчинникова</i>	
ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ	142
<i>Н.Л. Сафонова</i>	
ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНК-	145

**ЦИИ ЗЕМНЫХ СФЕР В МЕСТАХ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПРО-
МЫШЛЕННЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ**

В.Т.Трофимов, А.В.Николаев, А.Д.Жигалин

Глава 3

**Экологические последствия практической-хозяйственной деятельности в гео-
сферах**

**ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГИДРОСФЕРУ ПО
МАТЕРИАЛАМ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ НА ПРИМЕРЕ СЕВА-
СТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ** 149

Л.Н. Абрамова, Н.Н.Астахов, В.Ф.Мочалов, Д.В.Жуков, М.О.Иванец

**ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ФИТОПЛАНКТОННЫХ
СООБЩЕСТВ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ЭКОЛОГО-РЕСУРСНОЙ ФУНКЦИИ
ЛИТОСФЕРЫ** 154

Г.А. Анциферова, В.В. Кульнев

**ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОД СЕНОМАН-
АЛЬБСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА В РАЙОНЕ С.П. НИЖНИЙ
КИСЛЯЙ, ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ** 158

Д.А.Белозеров, Н.А.Зуева

**ГЕОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА АКВАТОРИИ БУХТЫ ЗОЛО-
ТОЙ РОГ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ) ДЛЯ ОЦЕН-
КИ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА** 161

Е.А. Бессонова, С.А. Зверев, А.С.Теличко, А.А. Коптев

**ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕДР С УЧЕТОМ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ЛАНДШАФТНЫХ И СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. СЕВАСТОПОЛЯ** 164

Е.И. Бичайкина, Д.А.Борисенко

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К БЛАГОУСТРОЙСТВУ ОБЩЕСТВЕННЫХ
ПРОСТРАНСТВ** 169

Е.Э. Бурак Е.Э., Ю.А. Воробьева, А.С. Жукова

**РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СИСТЕМЕ «ШУНГИТОВАЯ ПО-
РОДА-ПОЧВА»: ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ
В ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ (ЗАОНЕЖЬЕ, РЕС-
ПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)** 173

А.В. Кикеева, С.Ю.Чаженгина

**ХАРАКТЕРИСТИКА ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРКОВ КАК
ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ** 177

А.А. Курьшев, Р.А. Подольская

**ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ И
ПОДЗЕМНЫХ ВОД** 180

Н.А. Ларионова

БИОДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ	185
<i>А.В. Морозов, С.С. Садов, И.Ю. Григорьева, Е.В. Федосеева</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ЯКУТИИ.	190
<i>С.Г. Москвитин</i>	
	195
ХАРАКТЕРИ СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ НА ГИДРОСФЕРУ ОДНОЙ ИЗ КРУПНЫХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ	
<i>Р.Х. Мусин, А.Р. Галиева, Т.Г. Кудбанов</i>	
МАСШТАБЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА И МЕТОДЫ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ	199
<i>Т.В. Овчинникова, Т.В. Ашихмина</i>	
ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕК (НА ПРИМЕРЕ Р.САМАРА)	203
<i>Л.И.Осадчая</i>	
	205
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АНТРОПОТЕХНОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЯДЕ ГОРОДОВ РФ	
<i>И.С. Помеляйко</i>	
	211
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	
<i>Е.М. Репина</i>	
	213
ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЕ ХВОСТЫ БЫВШЕЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ОАО «КАРАБАШСКИЙ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫЙ КОМБИНАТ»	
<i>В.Н. Рудашевский, Н.С. Рудашевский, А.В. Антонов, О.В. Аликин, А.А. Горбунов, О.Н. Андреева, О.В. Боброва</i>	
	217
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВЛИЯНИЯ ЗОЛОШЛАКООТВОДОВ ГРЭС НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ	
<i>М.И. Саввин</i>	
	221
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ЖИВОТНЫЙ МИР (НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА САХАЛИНСКОЙ ГРЭС-2)	
<i>М.И. Саввин</i>	
	225
ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОСТУПЛЕНИЯ БОРА В ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ	
<i>К.Ю. Силкин, Д.Г. Лепендин</i>	
ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ РОДНИКОВ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА	228
<i>Г.А. Сигора, Т.В. Ляшко, М.А.Одинцов</i>	
	231
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРАКТИЧЕСКИ-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГЕОСФЕРАХ (ВОРОНЕЖСКАЯ	

ОБЛАСТЬ)

В.И. Ступин

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ФАКТОРЫ АКТИВИЗАЦИИ
ОПОЛЗНЕЙ ГЕРАКЛЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА НА ПРИМЕРЕ МЫСА
«ЛЕРМОНТОВА»** 233

А.А. Худяков, И.О. Шамсутдинов, Д.А. Борисенко

**УГЛЕВОДОРОДНАЯ ДЕГАЗАЦИЯ НА ШЕЛЬФЕ АРКТИЧЕСКИХ МО-
РЕЙ РОССИИ, ВТОРЖЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА И СОВРЕ-
МЕННОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ** 236

А.В. Холодцев

**ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ
ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КА-
ТУНСКОГО ВОДОЗАБОРА, РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)** 241

А.В. Шитов, М.С. Достовалова, К.Г. Балин, П.Л. Попошева, М.А. Карачева

Глава 4

Инженерные изыскания на техногенно-нагруженных территориях

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ТЕРРИТОРИИ
ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ** 244

Т.И. Караваева, В.П. Тихонов

**ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕ-
СКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРА РФ** 248

Ю.Г. Кутинов, А.Л. Минеев, З.Б. Чистова, Е.В. Полякова

**ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКА-
НИЙ ДЛЯ ПРОЕКТА РЕОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ В Г.
ПЕРМИ** 253

Е.А. Меньшикова, Е.С. Ушакова

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА НАМЫВНЫХ ТЕР-
РИТОРИЯХ** 258

Т.Н. Николаева, Л.П. Норова

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В ПОМОЩЬ АРБИТРАЖУ 263

М.С. Орлов

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА** 266

М.С. Орлов

**РАЦИОНАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ФУНДАМЕНТОВ В СЛОЖНЫХ
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ПОДТОПЛЯЕМЫХ ТЕРРИ-
ТОРИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ Б/У ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОН-
СТРУКЦИЙ** 271

А.Г. Чигарев, А.А. Харин, В.С. Гордейченко, Е.А. Латынин

**СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДОНООПАСНОСТИ ТЕР-
РИТОРИЙ ПОД ЗАСТРОЙКУ** 275

А.К. Юрков, И.А. Козлова, С.В. Бирюлин

Глава 1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛИТОСФЕРЫ И ИХ ТРАНС- ФОРМАЦИЯ В ЭПОХУ ТЕХНОГЕНЕЗА



УДК 551.594.12

ТРАНСФОРМАЦИЯ АЭРОИОННОГО СОСТАВА ВОЗДУХА МАЛЫХ ГОРОДОВ

Архипова Е.В.¹, Жигалин А.Д.^{2,3}, Федорук Н.А.¹, Тормышева Е.Э.¹

1 - ГУ «Дубна», РФ, г. Дубна Моск. обл., Университетская ул., 19

2 - Институт физики Земли РАН, РФ, г. Москва, Б. Грузинская ул., 10, стр. 1

3 - МГУ им. М.В. Ломоносова, РФ, г. Москва, Ленинские горы, 1

Аннотация: Одним из видов трансформации энергетической составляющей городской среды является изменение аэроионного состава воздуха. На примере городов Центральной России гг. Кимры, Дубна, Дмитров показано, что воздух современных малых городов в значительной степени обеднен аэроионами обеих полярностей. Рассмотрено влияние различных объектов городской среды на изменение аэроионного состава воздуха, предложены рекомендации для поведения населения городов в условиях дефицита аэроионов.

Ключевые слова: аэроионы, техногенное физическое загрязнение, мониторинг аэроионного состава воздуха

В связи с увеличением плотности населения городов и ростом техногенной нагрузки происходит интенсивная трансформация всех компонентов природной среды. Наряду с веществом загрязнением изменяется состояние энергосферы современных городов, и одной из проблем, возникающих на современном этапе, является снижение качества атмосферного воздуха за счет значительного снижения концентраций аэроионов – заряженных частиц, которые являются неотъемлемым компонентом воздушной среды в естественном состоянии. Наиболее благотворно сказывается наличие отрицательно заряженных аэроионов – анионов, которые взаимодействуют с эритроцитами и стимулируют через кровь все органы и системы человеческого организма.

Источниками природной ионизации являются радиоактивные вещества, находящиеся в верхней части земной коры, воде, воздухе; нейтронные потоки и ультрафиолетовое излучение; электрические разряды в атмосфере; баллоэлектрический эффект (дробление и распыление воды); трибоэлектрический эффект (взаимное трение пылинок, частиц снега и т.п.). В приземном слое источники ионизации воздуха – радиоактивные вещества и космические лучи. Многие породы, входящие в состав земной коры, содержат радиоактивные вещества, излучения и эманации которых ионизируют воздух [2, 5, 6].

В производственных условиях возможно появление сильной ионизации в ходе разных химических реакций, электротермических действий, сгорания различных видов горючих веществ, сварочных работ, остывания воды и т.д. Более 90% жилых и производственных помещений имеют выраженный недостаток легких аэроионов, что отрицательно влияет на организм человека и ощущается как духота и «нехватка кислорода» [1, 7]. Наиболее очевидным способом регулирования состава воздуха внутри помещений является проветривание. Оптимальные концентрации легких аэроионов обеих полярностей характерны для сельских районов и составляют 1000-1500 в 1 см³, достигая 2000-2200 в 1 см³ в чистом горном воздухе и ряде курортных мест [6]. Однако оказывается, что воздушная среда в пределах городов резко обеднена легкими аэроионами и является непригодной для восстановления естественной ионизации воздуха в по-

мещениях. Предлагаемое исследование посвящено анализу аэроионного состава воздуха малых городов, расположенных на сопредельных территориях Московской и Тверской областей Центральной России, рассмотрены вариации количества аэроионов в зависимости от техногенной нагрузки территории и наличия источников ионизации, выявлены территории с наиболее благоприятными аэроионными условиями, объекты, вблизи которых происходит обогащение воздуха отрицательными аэроионами. Предложены рекомендации по поведению городских жителей в условиях недостатка аэроионов, а также меры по организации инфраструктуры городов, способные снизить эффект «аэроионного голодания» их населения.

Анализ аэроионного состава воздуха проводился в летний период в гг. Кимры (2016г.) Дубна (2017-2018 гг.) и Дмитров (2019 г.). Эти города сопоставимы по плотности населения, имеют на своей территории промышленные предприятия, несут высокую транспортную нагрузку. Различия в инфраструктуре этих городов обусловлены возрастом городской планировки и застройки, а также степенью последующей адаптации к современным условиям. Наиболее проблемным в плане состояния природной среды является г. Кимры Тверской обл. На его территории промышленные предприятия, современные объекты, офисные и административные учреждения с высокой посещаемостью вписаны в планировку старого города с узкими улицами и малоэтажными зданиями. Как следствие, высокая плотность транспортного потока, загазованность и запыленность, аномально высокий по сравнению с другими городами уровень электромагнитного загрязнения. Город Дмитров основан в 1154 г. и является одним из самых древних городов Подмосковья. Город сохранил черты древней планировки, но в настоящее время значительно перестроен. Его центр с историческим валом переоборудован под пешеходную зону, транспортные потоки идут в обход центра. Наукоград Дубна Московской обл. получил статус города в 1956 г. Возраст его планировки и застройки наиболее новый, инфраструктура соответствует современным реалиям. В ходе исследования ставилась задача оценить аэроионный состав воздуха в пределах каждого из этих городов и попытаться выявить общие закономерности и различия.

Замеры концентрации аэроионов разной полярности выполнялись с помощью портативного счетчика аэроионов МАС-01, предназначенного для измерения концентраций легких аэроионов при мониторинге окружающей среды, а также воздуха производственных помещений в условиях как природной, так и искусственной ионизации в соответствии с требованиями СанПиН [2]. Принцип действия основан на осаждении аэроионов на электроды аспирационной камеры из продуваемого исследуемого воздуха заданного объема под действием электростатического поля с последующим измерением тока положительного и отрицательного знака. Конструктивно счетчик МАС-01 выполнен в виде малогабаритного переносного прибора с автономным питанием от аккумуляторной батареи. Основным узлом прибора является аспирационная камера, сочлененная с вентилятором и преусилителем. Управление режимами работы, обработка информации и индикация результатов на цифровом табло осуществляется с помощью встроенного микропроцессора. Воздух с аэроионами втягивается в аспирационную камеру сверху и выбрасывается через отверстие, расположенное в нижней части задней панели корпуса счетчик. Воздух отсасывается с помощью центробежного вентилятора, обороты которого стабилизированы с помощью электронного регулятора скорости. В рабочем объеме камеры на ионы действует электростатическое поле, создаваемое источниками питания камеры. В режимах измерения с помощью коммутатора производится поочередное подключение источников питания различной полярности. Под действием электростатического поля ионы отклоняются в сторону собирающего электрода, расположенного внутри камеры, и оседают на нем.

Измерения аэроионного состава воздуха выполнялись около промышленных объектов, на улицах городов с высокой плотностью транспортного потока, вблизи объектов электромагнитных воздействий, а также в пределах рекреационных объектов – у водоемов и фонтанов, в парках и скверах, оборудованных зонах отдыха населения, в лесных массивах и около водоемов в пригородных районах. Для гг. Кимры и Дубна фиксировалось изменение количества аэроионов в течение дня – замеры производились в утренние, дневные и вечерние часы. На рис. 1, 2 приведены вариации среднего количества аэроионов для различных точек измерения в р-не Большая Волга, г. Дубна. На графике, приведенном на рис. 1 видно, что максимальные значе-

ния наблюдаются в т. 4 и 5, соответствующих расположению трансформаторных подстанций, а минимальные в точках 7, 8 находятся вблизи водоемов со спокойной водой. На гистограмме рис. 2 видно, что точки 4 и 5 также отличаются высокими значениями положительных ионов, то есть вблизи источников искусственной ионизации действительно прослеживается увеличение аэроионов обеих полярностей. В то же время, водоемы без волнения избирательно снижают концентрацию только отрицательных аэроионов (см. рисунок 2, т. 7,8).

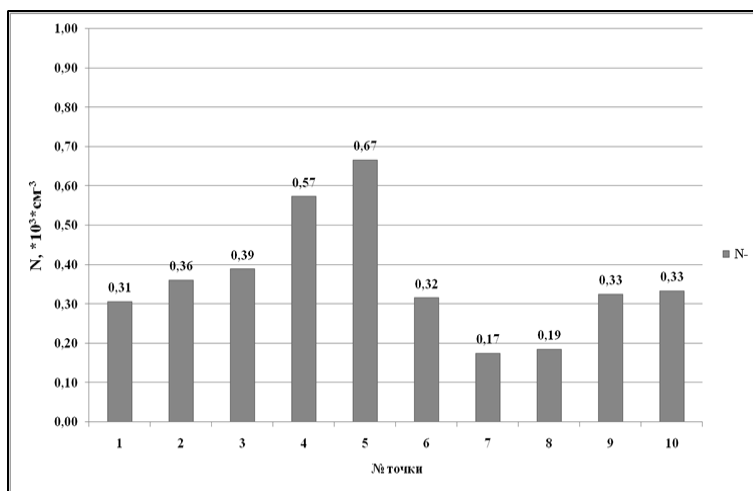


Рис. 1. Средние значения количества отрицательно заряженных частиц в районе Большая Волга, г. Дубна Московской обл. [4].

Анализ изменения концентраций аэроионов в течение дня позволил выявить незначительный разброс значений, и при этом отмечена тенденция к снижению концентраций ионов обеих полярностей к вечеру, более отчетливо выраженная для техногенно нагруженных районов (рисуно 3).

Сопоставление аэроионного состава воздуха в гг. Кимры, Дубна и Дмитров показало, что для всех городов количество аэроионов является низким, и при этом наиболее обеднены отрицательными аэроионами центральные районы с более высокой техногенной нагрузкой: район Центр г. Кимры и район Большая Волга г. Дубна (350-420 ионов в 1 см³). Район Черная речка в г. Дубна и район Заречье в г. Кимры в целом менее антропогенно нагружены и отличаются более комфортной аэроионной обстановкой (470-480 ионов в 1 см³). Для г. Дмитров в различных районах содержание аэроионов колеблется в более широком диапазоне от 220 до 460 в 1 см³ и не имеет четкого разделения по районам.

Таким образом, концентрация аэроионов на городских территориях в летнее время низка и недостаточна для комфортного самочувствия населения. В соответствии с СанПиН 2.2.4.1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений», минимально необходимые уровни ионизации воздуха для положительно заряженных ионов составляют 400 в 1см³ и 600 в 1см³ для отрицательно заряженных ионов. Оптимальной же считается концентрация 1500-5000 аэроионов в 1см³ [2]. Согласно полученным результатам на селитебных территориях рассмотренных городов концентрация ионов обеих полярностей в среднем составляет 350-500 аэроионов.

Факторами, наиболее ощутимо влияющими на концентрацию аэроионов в приземном слое атмосферы является наличие техногенных объектов, создающих особые условия для снижения концентрации легких аэроионов. К ним относятся автомагистрали, промышленные предприятия, ТЭЦ и другие объекты, загрязняющие воздух техногенными поллютантами, а также водные объекты городов в периоды безветренной погоды.

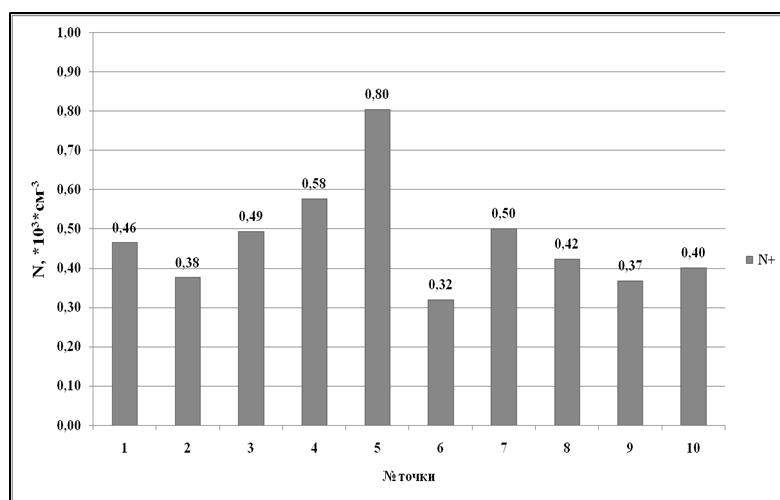


Рис. 2. Средние значения количества положительно заряженных частиц в районе Большая Волга, г. Дубна Московской обл. [4].

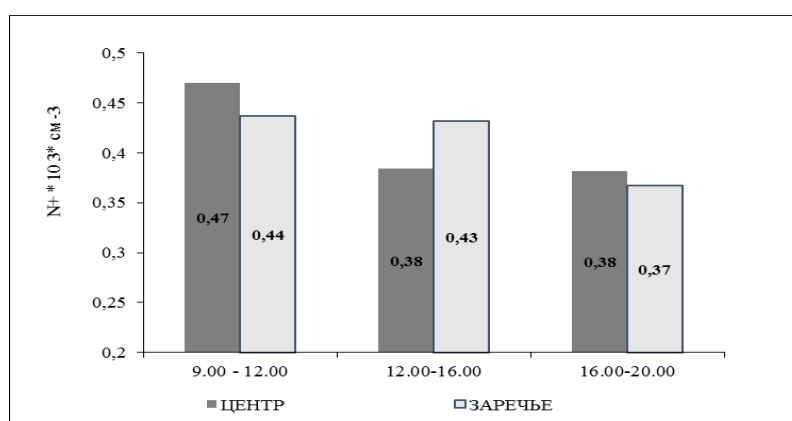


Рис. 3. Изменение среднего количества положительных аэроионов в течение дня: р-ны Центр и Заречье г. Кимры Тверской обл.[3].

Анализ концентрации ионов обеих полярностей в фоновых точках показал, что наиболее благоприятным соотношением аэроионов обладают лесные массивы, а также районы городских парков и скверов. Отрицательные легкие частицы, которые и оказывают полезное действие на организм человека, формируют высокие концентрации в условиях чистого лесного воздуха и более низкой температуры окружающей среды. У водоемов в гг. Дмитров и Дубна ситуация зависит от наличия волнения воды. Разбиваясь о берег, вода создает баллоэлектрический эффект, который стимулирует образование отрицательных аэроионов, в спокойную безветренную погоду наблюдается относительное снижение количества отрицательных аэроионов. В г. Дмитров наиболее высокие концентрации ионов обеих полярностей выявлены вблизи центрального городского фонтана.

Общие низкие концентрации аэроионов в гг. Кимры, Дубна и Дмитров, и, в частности, недостаточное количество отрицательных аэроионов, способны отрицательно сказываться на состоянии здоровья городского населения, поэтому необходимо проводить регулярный мониторинг аэроионного состава воздуха. Жителям городов рекомендуется пользоваться сертифицированными ионизаторами воздуха в помещениях, чаще посещать лесные массивы, совершать прогулки вблизи водоемов в ветреную погоду, во время волнения воды, находится вблизи городских фонтанов.

Наиболее уязвимы к отсутствию отрицательно заряженных легких аэроионов дети, подростки, пожилые люди, лица с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, поэтому им, помимо перечисленных мер, в летнее время рекомендуется покидать территорию города, посещая электрокурорты: дома отдыха, пансионаты и санатории, расположенные в лесных массивах, в горах, на морском побережье.

Список литературы

1. ГОСТ 12.1.005–88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
2. СанПиН 2.2.4.1294-03 Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. – Введ. 15.06.03. – М.: Минздрав России, 2003. – 25 с. – (Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы Российской Федерации).
3. Власова А.А. Эколого-геофизическая обстановка в г. Кимры Тверской области / Маг. дисс., 2017, 88 с.
4. Федорук Н.А. Эколого-геофизическая обстановка г. Дубна по данным исследований аэроионного состава воздуха в 2017-2018 гг. / Маг. дисс., 2019, 87 с.
5. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь / Предисл. О. Г. Газенко; Ред. коллегия: П. А. Коржуев (отв. ред.) и др. – Изд. 2-е. – М.: Мысль, 1976. – 368 с.
6. Измерение содержания аэроионов // Экоконтроль. – URL: <http://www.ekontrol.ru/airion/> Режим доступа: свободный. Дата обращения: 29.12.2018
7. Ионизация воздуха // Инженерные системы. – URL: <http://engineeringsystems.ru/i/ionizaciya-vozduha.php> Режим доступа: свободный. Дата обращения: 03.01.2019

TRANSFORMATION OF AEROIONAL COMPOSITION SMALL CITIES AIR

Arkhipova E.V.¹, Zhigalin A.D.^{2,3}, Fedoruk N.A.¹, Tormysheva E.E.¹

1. State University «Dubna», RF, Dubna Moscow. reg., Universitetskaya st., 19

2. The Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, RF, Moscow, B. Gruzinskaya str., 10-1

3. Moscow State University, RF, Moscow, Leninskiye gory, 1

Abstract: One of the types of transformation of the energy component of the urban environment is a change in the air ion composition. On the example of the cities of Central Russia Kimry, Dubna, Dmitrov showed that the air of modern small cities is largely depleted in aeroions of both polarities. The influence of various objects of the urban environment on changes in the air ion composition of the air has been considered, and recommendations have been proposed for the behavior of the urban population in conditions of a shortage of ions.

Key words: air ions, man-made physical pollution, monitoring of air ion composition

УДК 551.4

ОПАСНЫЕ ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Д.А.Борисенко¹. dmitry54@mail.ru, И.С.Новиков². novikov@igm.nsc.ru

¹ООО Новосибирская геолого-поисковая экспедиция Новосибирск, Россия

²ФБГУН Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

Аннотация. В пределах района города Севастополь расположены юго-западные окончания Внешней, Внутренней и Главной гряд Крымских гор и разделяющих их межгрядовых понижений. Внешняя гряда представляет собой плато ограниченное с северо-запада береговым обрывом. Поверхность плато образуют террасы средиземноморского ряда в возрастном диапазоне от голоцена до миоцена. На Северной стороне они преимущественно аккумулятивные (17%), на Гераклеюском полуострове – абразионные (3.5%). Здесь и далее в скобках площадь в процентах от всей изученной территории. Внутренняя гряда отделена от Внешней и Главной гряд Северным и Южным межгрядовыми понижениями. Межгрядовые понижения (24%) образованы крутыми и пологими склонами, выработанными в известняках; плоскими и холмистыми днищами, выработанными в мергелях и глинах. Внутренняя гряда образована двумя куэстами, состоящими из аналогичных элементов. Главная гряда имеет уплощенную вершинную поверх-

ность, образованную реликтами поверхностей выравнивания (3.5%). Склоны эрозионных долин (30.5%) умеренно развиты на плато Внешней гряды, широко в пределах Внутренней гряды и Южного межгрядового понижения. Прочие элементы рельефа представлены обвально-оползневыми (6%), пролювиальными (6%), аллювиальными (4%) коллювиально-деллювиальными (3%), абразионными (2%) и тектоногенными (0.5%) денудационными поверхностями. Неотектонические поднятия во внешней гряде достигают 50-70 м, а в Главной – 800 м. Примерно на 25% площади изученной территории имеются геолого-геоморфологические предпосылки для развития оползневых процессов. При этом выявлены значительные территории, отнесенные к категории высоко подверженных образованию оползней, на которых не известно ни одного оползня. Мы связываем это с недоизученностью таких территорий в связи со слабой хозяйственной освоенностью.

Ключевые слова: генетически однородные поверхности, опасные геологические процессы, оползни, Севастополь, Крым

Мы используем в пределах рассматриваемой территории элементы схемы районирования, предложенной К.И. Габлицем [1] – Внешнюю, Внутреннюю и Главную гряды. Также дополняем данную схему, выделяя системы межгрядовых понижений – Северное (между Внешней и Внутренней грядами) и Южное (между Внутренней и Главной грядами). В направлении с северо-запада на юго-восток последовательное чередование гряд и понижений.

Внешняя гряда может быть названо “грядой” лишь условно, как дань традиции. Это полого снижающееся к северо-западу плато сложенное на юге миоценовыми известняками, а на севере перекрывающими их плиоценовыми и плейстоценовыми глинами и галечниками. Северное межгрядовое понижение отделено от Внешней гряды обрывом в миоценовых известняках. Оно разделяется перемычкой расположенной на продолжении плато “Мекензиевы горы” на Балаклавскую и Симферопольско-Бахчисарайскую котловины. Дно Балаклавской котловины выработано в глинах альбского яруса нижнего мела и мергелях туронского, коньякского, сантонского, кампанского и маастрихтского ярусов верхнего мела. Дно симферопольско-бахчисарайской котловины выработано в мергелях бодракского и альминского ярусов среднего палеогена.

Внутренняя гряда состоит из двух куэст с уступами образованными известняками датского яруса палеогена и валанжинского яруса нижнего мела. Межкуэстовое понижение выработано в верхнемеловых мергелях сантонского, кампанского и маастрихтского ярусов верхнего мела.

Южное межгрядовое понижение разделено перемычками на ряд изолированных котловин. Самая юго-западная из них – Байдарская котловина имеет днище, выработанное в глинах титонского яруса верхней юры, валанжинского, барремского и аптского ярусов нижнего мела. Крутые борта котловины выработаны в тектоническом покрове брекчиевидных титонских известняков верхней юры надвинутых в докайнозойское время на более молодые юрские и нижнемеловые глины [8], образующие дно котловины. К северо-востоку от Байдарской, расположена Верхнебельбекская котловина, днище которой выработано в песчано-глинистых породах таврической серии верхнего триаса – нижней юры и байосса-бата средней юры, а борта в известняках валанжина нижнего мела и титона верхней юры.

Главная гряда сложена мраморизованными известняками титонского яруса. Южный склон Главной гряды образован в верхней части обрывом в известняках титона верхней юры, а в нижней - системой обвально-оползневых комплексов под которыми, судя по обнажениям в наиболее глубоких эрозионных долинах, залегают песчано-глинистые отложения таврической серии позднего триаса-ранней юры и баосса-бата средней юры.

Геоморфологическая съемка проводилась по методу выделения элементарных поверхностей рельефа единых в морфо-хроно-генетическом отношении – т.е. сходных по морфологии, времени образования и рельефообразующему процессу или их комплексу. Метод базируется на положении, что Земная поверхность представляет собой топологическое образование, состоящее в разных своих участках из характерных наборов элементов с дискретными свойствами по

признакам морфологии, времени формирования и генезиса. В русскоязычной научной литературе данный подход обозначен как метод выделения “генетически однородных поверхностей”, в англоязычной литературе близкое направление имеет общее обозначение “landunits/ landsystems”.

Как и любой подход, в основе которого лежит полноценная теоретическая модель, данный подход имеет высокую практическую значимость. При плановой экономике он позволяет оптимизировать затраты при изучении и освоении новых территорий, производить в требуемом масштабе районирование местности по степени пригодности для разных видов геологосъемочных и геологопоисковых работ, сельскохозяйственного производства, возведения различных элементов инженерной инфраструктуры.

Начиная со второй половины мела и до позднего неогена, значительная часть рассматриваемой территории была областью мелководной, преимущественно карбонатной аккумуляции. В позднем мелу низменная суша близкая по высотным отметкам к базису денудации существовала только на крайнем юго-востоке территории. По мере снижения базиса денудации ее площадь увеличивалась. В конце неогена более 65% территории было областью денудации. В четвертичное время в связи с неотектонической активизацией большая часть территории испытала подъем и подверглась интенсивному расчленению, в ходе которого аккумулятивные поверхности мелового и палеогенового возраста были полностью, а неогенового – частично, уничтожены. Поэтому распространенные на территории аккумулятивные поверхности имеют неогеновый и четвертичный возраст. Денудационные поверхности включают поверхности выравнивания мелового, палеогенового и неогенового возраста, а также склоны разного генезиса, имеющие преимущественно плейстоценовый и голоценовый возраст. Всего в пределах рассматриваемой территории выделено 37 разновидностей генетически однородных поверхностей объединенные в 14 групп в зависимости от ведущего рельефообразующего процесса. 5 из них связаны с процессами аккумуляции (занимают примерно 33% изученной территории), а 9 – денудации (67% изученной территории).

Уже на ранних стадиях хозяйственного освоения Крымских гор выяснилось, что наиболее опасными экзогенными процессами здесь являются оползни и обвалы [5, 7]. В XX веке на территории Крыма проведена большая работа по выявлению и мониторингу оползневых процессов [4, 6]. Развитие всего комплекса экзогенных процессов, включая оползневой, контролируется распространением генетически однородных поверхностей, с которыми связаны различия в морфологии поверхности, рыхлых поверхностных отложениях и степени их подвижности. В силу своей доступности наиболее хорошо изучены оползни, связанные с береговыми обрывами [2, 3]. Однако оползневые процессы широко проявлены, но недостаточно изучены в пределах остальной части района города Севастополь, поскольку там имеются соответствующие геолого-геоморфологические условия.

В целях прогноза распределения оползневых процессов целесообразно разделить генетически однородные поверхности рассматриваемой территории на три категории по условиям возникновения оползней: 1 – отсутствуют условия для формирования оползней, 2 – существует умеренная вероятность проявления оползней, 3 – существует высокая вероятность проявления оползней (рисунок 1).

К первой категории относятся аккумулятивные морские террасы, делювиальные конусы выноса и шлейфы, поймы и аллювиальные террасы, поверхности выравнивания, денудационные склоны, пологие склоны, днища и холмистые участки продольных депрессий, пологие склоны эрозионных долин и сильно сглаженные абразионные уступы. Ко второй категории относятся склоны эрозионных долин умеренной крутизны и абразионные уступы умеренной крутизны. К третьей категории относятся тела оползней, обвалы и отвалы горных пород, стенки отрыва оползней и обвалов, крутые денудационные уступы, крутые склоны карстовых продольных депрессий, крутые борта эрозионных долин, склоны тектоногенных уступов, склоны абразионных уступы и бортов крупных карьеров.

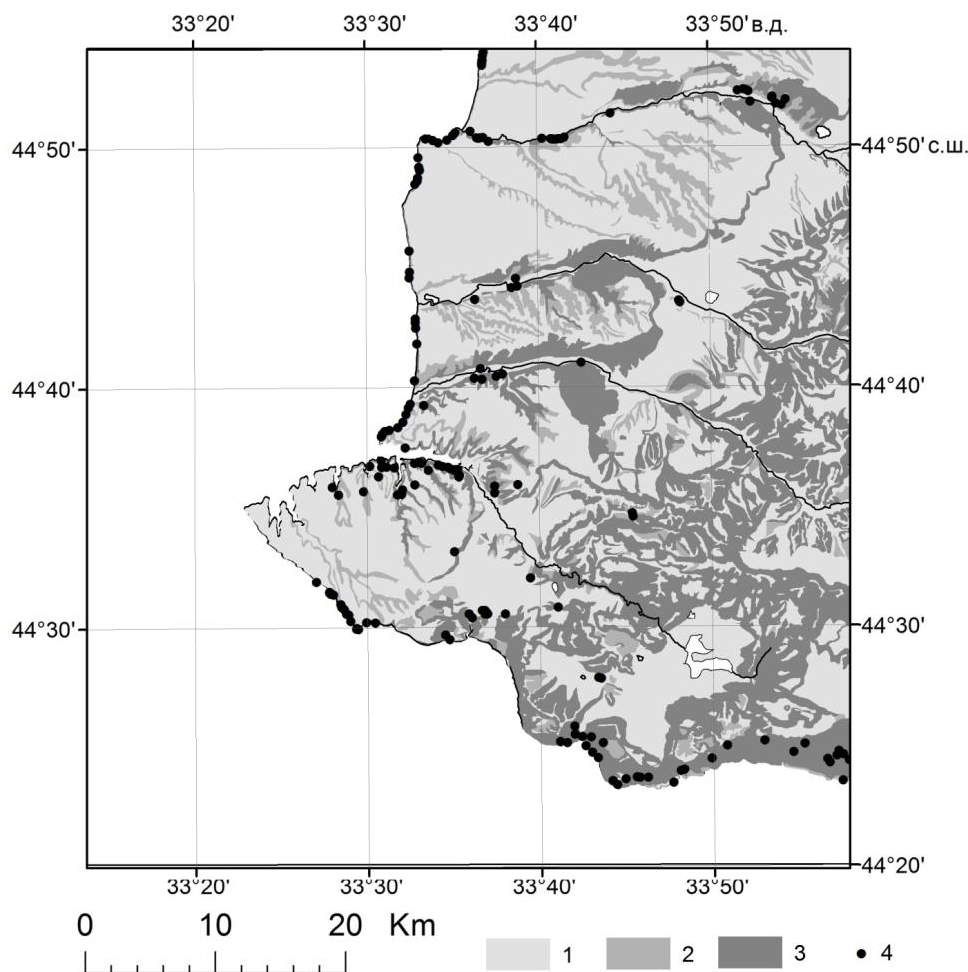


Рис. 1. Схема районирования Юго-Западного Крыма по условиям формирования оползней: 1 – отсутствуют условия для формирования оползней, 2 – умеренная вероятность проявления оползней, 3 – высокая вероятность. 4 – установленные современные оползни, на которых ведется мониторинг.

На территориях первой категории обвально-оползневые процессы без внешнего воздействия невозможны, но могут проявляться в случае производства в ее пределах объемных работ по созданию насыпей и выемок. Также формирование оползней на территориях первой категории возможно при землетрясениях магнитудой более 7.5, когда происходит вовлечение в оползневой процесс краевых частей водораздельных плато в полосе шириной до 1-2 км. Подобные примеры в недавней геологической истории региона имеются. На территориях второй категории обвально-оползневые процессы могут проявляться в аномально влажные годы и при производстве строительных работ. На территориях третьей категории обвально-оползневые процессы либо проявляются постоянно в текущем времени, либо активизируются при антропогенном воздействии, сезонном увлажнении или выпадении повышенного количества осадков в сухой сезон.

В общей сложности примерно на 25% площади изученной территории имеются геолого-геоморфологические предпосылки для развития оползневых процессов. В 2016-2018 гг. нами были проведены работы по актуализации реестра оползней юго-западного Крыма и их мониторингу. Анализ распределения выявленных оползней в пределах территории показал, что в целом они тяготеют к выделенным районам подверженным формированию оползней. Распределение это, однако, крайне неравномерное. Выделяются значительные территории, отнесенные к категории высоко подверженных образованию оползней, на которых не известно ни одного

оползня. Мы связываем это со слабой освоенностью этих территорий, отсутствием на них дорог и других искусственных сооружений, которым угрожали бы оползни. При хозяйственном освоении этих территорий и строительстве таких объектов, возникновение проблем связанных с оползневыми процессами, представляются неизбежными.

Причины широкого распространения оползневых процессов в пределах рассмотренного района достаточно очевидны – обилие форм рельефа с крутыми склонами, высокое содержание глин в толщах слагающих район, приморский климат с большим количеством атмосферных осадков и высокая сейсмичность территории. Отмечаемое многими авторами влияние антропогенных факторов на формирование оползней представляется преувеличенным. Среди установленных оползней и оползневых комплексов лишь единицы расположены вне районов, отнесенных по геолого-геоморфологическим данным к районам не подверженным образованию оползней, и все они связаны с крупными дорожными насыпями и выемками – т.е. техногенными формами микрорельефа. В остальных случаях техногенное воздействие служит лишь пусковым механизмом на площадях высоким потенциалом развития оползневых процессов.

В ходе проведения геоморфологической съемки нами было отмечено отклонение от общих закономерностей строения рельефа, причина которого осталась неустановленной. В долине реки Черной в районе Инкермана не произошло формирование большого оползневого комплекса, тогда как в сходных геолого-геоморфологических условиях на северном продолжении границы между Внешней грядой и Северным продольным понижением при ее пересечении долинами Бельбека, Качи и Альмы такие комплексы образовались.

Список литературы

1. Габлиц К.И. Физическое описание таврической области, по ее местоположению, и по трем царствам природы. СПб: Тип. И. Вейтбрехта, 1785. 199 с.
2. Горячкин Ю.Н., Федоров А.П. Оползни Севастопольского региона. Часть 1. Северная сторона // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. - Вып. 1. С. 4–12.
3. Горячкин Ю.Н., Федоров А.П. Оползни Севастопольского региона. Часть 2. Гераклейский полуостров // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. - Вып. 2. С. 4–12.
4. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. Симферополь: Изд-во «Апостроф», 1999. 422 с.
5. Инженерная геология СССР. Т. 8. Кавказ, Крым, Карпаты / Ред. Буачидзе И.М., Джанн-джгава К.И., Чуринова М.В. М.: Изд-во МГУ, 1975. 365 с.
6. Рудько Г.И., Ерыш И.Ф. Оползни и другие геодинамические процессы горноскладчатых областей Украины (Крым, Карпаты). Киев: Задруга, 2006. 620 с.
7. Славин В.И. Современные геологические процессы в Юго-Западном Крыму. М.: Изд-во МГУ, 1975. 195 с.
8. Юдин В.В. Надвиговые и хаотические комплексы. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2013. 251 с.

NATURAL HAZARDS OF THE SOUTH-WESTERN CRIMEA

D.A. Borisenko¹, dmitry54@mail.ru

I.S. Novikov², novikov@igm.nsc.ru

¹ Novosibirsk geological prospecting expedition company Novosibirsk, Russia

² V.S. Sobolevs Institute of Geology and Mineralogy. SB RAS, Novosibirsk, Russia

Annotation. Within the region of the city of Sevastopol are located the south-western end of the Outer, Inner and Main ridges of the Crimean mountains and inter-row depressions that separate them. The outer ridge is a plateau bounded from the northwest by a coastal cliff. The surface of the plateau is formed by terraces of the Mediterranean range in the age range from Holocene to Miocene.

On the North side, they are predominantly accumulative (17%), on the Herakleian Peninsula - abrasion (3.5%). Hereinafter, in brackets, the area as a percentage of the entire study area. The inner ridge is separated from the outer and main ridges of the northern and southern inter-crescent depressions. Inter-row depressions (24%) are formed by steep and gentle slopes developed in limestone; flat and hilly bottoms produced in marls and clays. The inner ridge is formed by two kuesta, consisting of similar elements. The main ridge has a flattened apical surface formed by relics of the alignment surfaces (3.5%). The slopes of the erosion valleys (30.5%) are moderately developed on the plateau of the Outer Ridge, widely within the Inner Ridge and the South Intergroup Lowering. Other relief elements are rockfall-landslide (6%), proluvial (6%), alluvial (4%) accumulative colluvial-deluvial (3%), abrasive (2%) and tectonogenic (0.5%) denudation surfaces. Neotectonic uplifts in the outer ridge reach 50–70 m, and in the Main Ridge - 800 m. Approximately 25% of the area studied has geological and geomorphological prerequisites for the development of landslide processes. At the same time, significant areas were identified that are classified as highly prone to landslides, in which not a single landslide is known. We associate this with the lack of knowledge of such territories due to poor economic development.

Keywords: land units, natural hazards, landslides, Sevastopol, Crimea

УДК 632.15:550.4.02

СЕЛЕНОВЫЙ СТАТУС ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

*В.В. Вапиров, Е.А. Чаженгина; vapirov@petrsu.ru; e-chaz@mail.ru
Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия*

Аннотация. Приведены данные по содержанию селена в почвах и поверхностных водах Республики Карелия. Большинство районов северо-западной части Карелии может быть отнесено к геохимическим провинциям с низким или аномально-низким содержанием селена. Высокое содержание селена отмечается в дерновых шунгитовых почвах Заонежья (1 мг/кг). Анализ профиля почвы в этом районе свидетельствует об увеличении содержания селена в нижних горизонтах, что наиболее вероятно связано с аномально-высокими концентрациями этого элемента в шунгитовых породах. Особенность состава почв Карелии и физико-химических характеристик почвенных растворов способствует удержанию селена и уменьшению его доступности для растений.

Ключевые слова: селен, содержание селена в природных объектах, селеновый статус

Селен является одним из важнейших эссенциальных элементов. К настоящему времени известно, что физиологическая роль селена обусловлена его участием в функционировании фермента глутатионпероксидазы, являющегося одним из компонентов антиоксидантной защиты организма. Селен оказывает влияние на иммунные функции организма и защищает клетки от УФ-воздействия [1]. Установлено, что селен в виде селеноцистеина входит в состав дейодиназы йодотиронина типа 1, который принимает участие в превращении прогормона тироксина в активный гормон щитовидной железы – трийодтиронин [2]. Наблюдается четкая обратная корреляция между уровнем потребления селена и частотой рака и инфаркта миокарда [3], селен активно участвует в развитии целого ряда патологических процессов [4].

Недостаток поступления селена в организм человека и животных вызывает одну из разновидностей гипомикроэлементозов, называемую гипоселенозом. По данным [5] дефицит селена у домашних животных и птиц вызывает беломышечную болезнь, которая может быть устранена введением в пищевой рацион этого элемента. Гипоселенозы, наиболее вероятно, развиваются у жителей, проживающих в районах с выраженным недостатком селена в почвах и продуктах питания. Наиболее ярким проявлением эндемического гипоселеноза является кэшаньская болезнь, получившая свое название от города Кэшань в провинции Хэйлуцзян на северо-востоке Китая. В 1935 году там впервые была зарегистрирована массовая вспышка заболевания,

поразившего около 5 млн. человек. В этом эндемическом районе наблюдается острый недостаток селена в почве и пищевых продуктах, а его содержание в крови и волосах больных резко снижено: до 5-10 мкг/л и 0,03-0,12 мкг/г при норме 90-150 мкг/л и 0,2-0,8 мкг/г соответственно. Следует отметить, что наряду со снижением концентрации селена в организме наблюдается и резкое снижение активности глутатионпероксидазы в крови. К другим эндемическим районам можно отнести Восточную Финляндию, Новую Зеландию, Белоруссию, некоторые районы Украины, Ярославскую область и некоторые районы северо-запада России.

Избыточное поглощение селена приводит к хроническим отравлениям. В литературе имеются единичные сведения о влиянии избытка поступления селена в организм человека [6, 7].

Все это обуславливает актуальность исследований содержания селена в почвах и водах, являющихся косвенными или прямыми источниками этого элемента для животных и человека. В данной работе представлены данные по содержанию селена в почвах и поверхностных водах Карелии.

Следует отметить, что концентрация селена даже в почвах одного генетического типа характеризуется широким пределом колебаний, что очень затрудняет интерпретацию полученных результатов, однако имеющиеся данные явно свидетельствуют о том, что большинство районов северо-западной части Карелии может быть отнесено к геохимическим провинциям с низким или аномально-низким содержанием селена (таблица 1).

Таблица 1.

Содержание селена в почвах различных районов Карелии

№	Район	Тип почв	Содержание селена*, мг/кг
1	Лоухский	Подзолы аллювиально-гумусовые на песках	0,17 (0,01-0,38)
2	Калевальский	Подзолы иллювиально-железисто-гумусовые на песках	0,12 (0,01-0,38)
3	Кемский	Подзолы иллювиально-гумусовые на песчаной и супесчаной морене	0,16 (0,05-0,30)
4	Беломорский	Подзолы иллювиально-железисто-гумусовые на песках; Болотные торфяные верховых болот	0,17 (0,01-0,21) 0,15 (0,06-0,21)
5	Муезерский	Подзолы иллювиально-железисто-гумусовые на песках	0,12 (0,01-0,38)
6	Сегежский	Подзолы железистые на песках; Болотно-торфяные, верховые	0,17 (0,01-0,38)
7	Медвежьегорский	Подзолы железистые на песках; Дерновые шунгитовые	0,17 (0,01-0,38) 1,00 (0,23-1,60)
8	Суоярвский	Подзолы железистые на песках; Болотные торфяные, верховые	0,17 (0,01-0,38)
9	Кондопожский	Подзолы железистые на песках; Дерновые шунгитовые	0,17 (0,01-0,38) 0,52 (0,23-1,40)
10	Пудожский	Подзолистые, дерновоподзолистые на глинистой морене	0,35 (0,20-0,42)
11	Лазденпохский	Подзолистые, иллювиально-гумусовые подзолы на глинистой морене	0,30 (0,05-0,36)
12	Питкярантский	Подзолы железистые на песках	0,12 (0,01-0,38)
13	Пряженский	Подзолистые, дерновоподзолистые на суглинках	0,30 (0,05-0,36)
14	Прионежский	Подзолы торфянистые, иллювиально-гумусовые в сочетании болотными торфяными	0,30 (0,05-0,36)
15	Олонецкий	Подзолы иллювиально-железисто-гумусовые на песках; Болотные торфяные верховые	0,12 (0,01-0,38) 0,17 (0,01-0,38)

* – в круглых скобках указаны пределы колебаний концентрации

Разительно отличаются по содержанию селена дерновые шунгитовые почвы Заонежья. Среднее содержание селена в почвах данного района составляет 1,00 мг/кг. При этом анализ профиля почвы свидетельствует об увеличении содержания селена в нижних горизонтах, что

наиболее вероятно связано с аномально-высокими концентрациями этого элемента в шунгитовых породах.

Низкие среднегодовые значения температур, в том числе и в вегетационный период растений, значительная заболоченность территорий и невысокие значения рН способствуют удержанию почвами селена и уменьшению его доступности для растений. Большое содержание в почвах региона железа должно способствовать адсорбции селена на кислородсодержащих соединениях железа и также уменьшать доступность этого элемента для поглощения растениями.

Таким образом, почвы Карелии, за исключением шунгитовых, характеризуются очень низким содержанием селена, к тому же особенность состава почв и физико-химических характеристик почвенных растворов способствует удержанию этого элемента и уменьшению его доступности для растений.

Природные воды Карелии характеризуются низким содержанием селена, концентрация которого варьирует от 0,1 до 2 мкг в литре (таблица 2). Эти данные сопоставимы с результатами исследования поверхностных вод Финляндии.

Таблица 2.

Содержание селена в озерах Карелии

Наименование объекта	рН	Минерализация, мг/л	Содержание селена, мкг/л	Пределы колебаний, мкг/л	Коэффициент водной миграции
Оз. Курей	5,8	29,0	0,8	0,6-1,0	251,5
Оз. Лендерское	6,0	20,6	0,8	0,5-1,0	323,6
Оз. Вересозеро	5,8	29,0	0,8	0,6-0,9	229,8
Оз. Пенинга	6,8	29,0	0,6	0,3-1,0	172,4
Оз. Колдозеро	6,9	29,0	0,3	0,1-0,4	86,2
Оз. Контокки	7,0	13,9	1,1	1,0-1,3	659,4
Оз. Лексозеро	6,0	20,6	1,5	1,0-2,0	606,7
Оз. Укшозеро	6,8	29,0	0,6	0,4-0,7	59,9
Оз. Кимасозеро	6,8	24,0	1,0	0,6-1,3	329,8
Оз. Карельское	7,0	29,0	1,7	0,9-2,0	177,8
Оз. Урозеро	6,8	33,4	1,2	1,0-2,1	112,2
Оз. Верхн. Куйто	6,3	21,6	0,5	0,3-0,7	192,9
Оз. Нелгомозеро	7,2	29,0	0,6	0,4-1,0	82,8

Обращает на себя внимание достаточно большой коэффициент водной миграции селена, что связано с низкой минерализацией природных вод региона. В целом природные воды Карелии не могут рассматриваться, как значимые источники селена для организма человека.

Принимая во внимание низкое содержание селена в природных объектах, растения используемые в качестве кормов для сельскохозяйственных животных должны быть обеднены этим элементом. По этой причине целесообразен контроль местных продуктов питания, таких как мясо и молоко на содержание этого важнейшего микроэлемента. Низкий селеновый статус Республики Карелия следует учитывать и при ввозе в регион продуктов питания. Этот вопрос для регионов с низким содержанием селеновым статусом является особенно актуальным.

Список литературы

1. McKenzie R.C. Selenium: an essential element for immune function / R.C. McKenzie, T.S. Rafferty, G. J. Beckett // *Immunology today*. – 1998. – Vol. 19. – № 8. – P. 342-345.
2. Selenocysteine confers the biochemical properties characteristic of the type I iodothyronine deiodinase / Berry M.J. [et. Al.] // *Biol. Chem.* – 1991. – Vol. 266. – № 22. – P. 14155-14158.
3. Schmidt K. Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente / K. Schmidt, W. Bayer // 3 Suppl. I. – 1988. – P. 3–19.
4. Селен. Некоторые аспекты химии, экологии и участия в развитии патологии (обзор) / Вапиров В.В. [и др.] // ПетрГУ: – Петрозаводск, 2002. - 74 с. – Деп. в ВИНТИ (ГЦМНБ). № Д-26993.04.03.2002.

5. Кактурский Л.В. Гипоселенозы / Л.В. Кактурский, Л.С. Строчкова, А.А. Истомина // Архив патол. – 1990. – Т. 52. - № 12. – С. 3-8.
6. Endemic selenium intoxication of human in China / G.Q. Yang [et. al.] // The American Journal of Clinical Nutrition. – 1983. – Vol. 37. – № 5. – P. 872-881.
7. Селен [Текст]: совместное изд. Программы ООН по окружающей среде, Международной организации труда и Всемирной организации здравоохранения /Отв. ред. Л.В. Белозеров.– Женева: Медицина, 1989. – 270 с.

SELENIUM STATUS OF ENVIRONMENTAL SITES THE REPUBLIC OF KARELIA

V.V. Vapirov, E.A. Chazhengina; vapirov@petsu.ru; e-chaz@mail.ru
PetrozavodskStateUniversity, Petrozavodsk, Russia

Abstract. Paper presents the data on selenium content in the soils and surface waters of the Republic of Karelia. The most areas of the north-western part of Karelia can be attributed to geochemical provinces with low or abnormally low selenium content. The high content of selenium (1 mg / kg) is detected in the soddy schungite soils of the Zaonezhie region. Analysis of the soil profile in this area indicates an increase in the selenium content in the lower horizons, which is most likely due to anomalously high concentrations of this element in schungite rocks. The peculiarity of the soil composition of Karelia and the physicochemical characteristics of soil solutions helps to retain selenium and reduce its accessibility to plants.

Keywords: selenium, selenium content in environmental sites, selenium status

УДК550.81

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СЕВЕРЕ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

М.Г. Вахнин, misha2006@gmail.com
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН. Г. Сыктывкар, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются экологические проблемы, которые возникают при поиске, разведке и добыче месторождений нефти и газа. При этом особое внимание уделяется использованию дистанционных методов и применению геоинформационных систем, а также рискам, которые могут возникнуть при добыче месторождений нефти и газа на севере Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

Ключевые слова: геоэкология, экология нефти газа, природные ресурсы, дистанционные методы, геоинформационные системы.

Проблемы, возникающие на Севере Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, оказывают значительное влияние на экономику и развитие производственных мощностей нашей страны[1].

При этом большое значение имеет сохранение благоприятной экологической обстановки в стране и на севере Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции в частности. В настоящее время на севере ТПП открыто более восьмидесяти месторождений нефти и газа. Среди них есть такие крупные, как месторождения им. Требса и им. Титова. Однако разработка данных месторождений в суровых климатических условиях сопровождается существенными экологическими рисками. Значительное количество месторождений углеводородов на севере ТПП расположено в районах распространения вечной мерзлоты, в величине которой происходят изменения при добыче и разработке углеводородов. На севере Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции

часто происходят экологические аварии при разработке месторождений, которые наносят большой вред окружающей среде, и их последствия можно наблюдать даже из космоса.

При разработке месторождений повышается общий фон загрязнения углеводородами. На основной территории севера Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции общий фон загрязнения углеводородами незначительный, но на отдельных участках происходит катастрофическое повышение уровня загрязненности углеводородами. Наибольший ущерб экологической среде приносят экологические аварии, происходящие в районах наиболее интенсивной нефтегазодобычи. Например, в районе г. Усинска после аварии с магистральным трубопроводом состояние экологической среды можно приравнять к состоянию экологического бедствия.

Поэтому при освоении нефтегазовых месторождений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции все вопросы о возможных экологических противоречиях и проблемах, а также оценка ущербов и рассмотрение баланса «выгод-затрат» должны быть решены с максимальной точностью, с учетом экологических факторов. Большое значение при освоении месторождений углеводородов на севере ТПП имеет экологический контроль. Важно, чтобы максимально сохранялась первоначальная природная среда.

Необходимо свести к минимуму вероятность техногенных аварий, чтобы не допустить разрушения окружающей среды. Значительное количество месторождений на севере ТПП расположено в зонах распространения многолетнемерзлых пород. Нарушение технологий при разведке и разработке месторождений может привести к серьезным авариям, последствия которых невозможно будет устранить в течение многих десятилетий.

Нарушение технологии бурения может привести к таянию многолетнемерзлых пород, повреждению почвенного слоя и образованию аварийных выбросов, которые вызывают аварии, происходящие на небольших глубинах. Одной из причин подобных аварий могут быть скопления газогидратов, которые сформировались на сравнительно небольшой глубине, где при таянии многолетнемерзлых пород возникает большая вероятность выбросов газа, что может привести к тяжелым экологическим последствиям. Поэтому бурение скважин в данных районах должно проводиться с учетом максимальной сохранности растительного почвенного слоя [2]. Также большое влияние при разведке и добыче углеводородов имеет состояние нефтегазового оборудования, различные химические вещества, которые могут быть использованы при разведке и добыче углеводородов, а также значительные занимаемые площади [3].

Все это приводит к повышению риска экологических аварий, наносится значительный ущерб экологической обстановке. При этом максимальное воздействие на окружающую среду оказывает проведение сейсморазведочных работ и бурения. Всего на севере Тимано-Печорской провинции было пробурено более тысячи поисковых разведочных скважин, хотя плотность их распределения достаточно неравномерная. Также при доразведке и эксплуатации месторождений появляются дополнительные риски, связанные с разливами нефтепродуктов, а также другие риски.

Значительная часть территории Тимано-Печорской ТПП расположена за пределами полярного круга с характерными климатическими и природными условиями - многолетней мерзлотой и значительной заболоченностью в некоторых районах. Все это требует распространения новых технологий, а также значительных инвестиций, как иностранных, так и российских, которые помогут эффективно проводить разведку и разработку новых месторождений углеводородов [5].

Большое значение для сохранения экологической среды имеют информационные технологии. Так, с помощью геоинформационных технологий можно отслеживать изменения, происходящие в регионе. Проведение геоэкологического анализа окружающей среды особенно важно в районах интенсивной разработки и добычи углеводородов. Можно выделить несколько методов при создании системы геоэкологического мониторинга. Это, во-первых, разработка серии электронных карт, с помощью которых мы можем наблюдать обстановку на севере Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Во-вторых, это разработка баз данных, различные геоэкологические карты. В-третьих, большое значение для экологического контроля имеет исполь-

зование спутниковых данных, которые позволяют дистанционно наблюдать за изменениями, происходящими на севере ТПП.

В настоящее время удобно использовать для наблюдения за состоянием окружающей среды данные спутниковых наблюдений, проведенные с помощью Landsat 8. Данный спутник снимает около 700 сцен в день. Причем повторно снять эту же поверхность можно раз в шестнадцать дней. Существуют одиннадцать зон в различных участках спектра для анализа данных дистанционного зондирования с использованием Landsat8. Разрешение изменяется от пятнадцати до тридцати метров в зависимости от спектрального диапазона.

Первая зона используется для анализа аэрозолей выделения пыли и дыма. Во второй зоне выделяется синий участок спектра, и эта зона применяется для выделения почвенного покрова от растительности, проведения картографирования типов лесов и выделения техногенных объектов. Третья зона - зеленый участок спектра. Эту зону можно использовать для выделения пиков вегетации, определения здоровья растений. Четвертая зона - красный участок спектра. Пятая зона расположена в ближней инфракрасной зоне, с ее помощью можно определять типы растительности, анализировать вегетативные индексы. Шестая зона - это коротковолновая инфракрасная зона, которую хорошо использовать для анализа содержания влаги в почве. Также ее можно применять для выделения пожаров. Седьмая зона - коротковолновая инфракрасная 2, дополнительная, удобна для выявления активных пожаров, особенно в ночное время.

Восьмая зона имеет более высокое 15 метровое разрешение. Девятую зону можно использовать для обнаружения перистых облаков. Также существует десятая и одиннадцатая зоны, которые расположены в длинноволновой инфракрасной области и предназначены для определения температуры в почвах и влаги в грунтах. Они имеют 100-метровое разрешение.

При разведке и разработке месторождений углеводородов современные технологии позволяют фиксировать изменения, происходящие в окружающей среде. Например, использование спутниковых данных позволяет наблюдать, как изменяется ландшафт, гидросеть, состояние заболоченности. И насколько значительны последствия, возникающие при разведке и добыче месторождений нефти и газа. При экологическом мониторинге возможно выявление участков аварийных выбросов, проведение их картографической привязки, можно рассчитывать площади, которые нуждаются в рекультивации.

В настоящее время на территории севера Тимано-Печорской провинции происходит интенсивная добыча месторождений нефти и газа, все это приводит к тому, что в данных районах формируется повышенный фон загрязнения битуминозными веществами. Важно иметь в виду, что, несмотря на сложные природно-климатические условия, затраты на добычу одной тонны нефти здесь несколько ниже, чем во многих других регионах России благодаря незначительной глубине залегания нефтяных пластов и достаточно высокому дебиту скважин. Все это приводит к тому, что на севере Тимано-Печорской провинции происходит интенсивная добыча углеводородов. Также, хотя эти районы уже достаточно освоенные, здесь существует большая вероятность открытия новых нефтегазоносных площадей на северо-востоке ТПП, а также в Ненецком автономном округе и на о. Колгуев.

Пониженная способность севера Тимано-Печорской провинции к самоочищению, близко залегающая многолетняя мерзлота, длительная зима, а также учет значительного количества решений при добыче и транспортировке нефти и газа - все это приводит к тому, что необходимо учитывать влияние экологической среды при разработке и эксплуатации месторождений [6]. Поэтому важно больше внимание уделять экологическим проблемам, возникающим при формировании нефте- и газодобывающей добычи на севере ТПП.

Территория севера ТПННПП имеет среднюю степень изученности глубоким бурением и сейсморазведкой, существует значительная перспективность данных районов для выделения новых структурных, а также неструктурных ловушек углеводородов. Все это свидетельствует о том, что эту территорию можно рассматривать как потенциально устойчивую в плане экономического развития в течение продолжительного времени. При этом роль экологического контроля в процессе поиска, разведки и добычи углеводородов весьма значительна.

Список литературы

1. Базарский О.В., Косинова И.И. В сборнике: Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика) Коллективная монография. Воронеж, 2015. С. 42-75.
2. Богацкий В.И., Ларионова З.В., Савинкин П.Т. Перспективы поисков стратиграфически экранированных ловушек в среднедевонских отложениях // Стратиграфия и литология нефтегазоносных отложений Тимано-Печорской провинции. Л.: ВНИГРИ, 1988. - С. 7-17.
3. Богданов Б.П. Особенности размещения верхнедевонских органогенных построек Тимано-Печорской провинции и связь их с разломами фундамента // Рифогенные зоны и их нефтегазоносность: Сб. науч. тр. ИГиРГИ-М., 1991.-С. 150-156.
4. Косинова И.И. В сборнике: Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика) Коллективная монография. Воронеж, 2015. С. 42-75.
5. Рубанова Н.Д. Экология нефти и газа. Ростов-на-Дону: Изд-во ЗАО «Цветная печать», 2000. – 254с.
6. Савельев Б.А. Физико-химическая механика мерзлых пород. М.: Недра, 1989. 508с.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS ARISING FROM THE DEVELOPMENT OF FIELD-SIN THE NORTH OF THE TIMAN-PECHORA OIL AND GAS PROVINCE

MG Vakhnin, misha2006@gmail.com

Institute of geology of KomiNC RAS Syktyvkar, Russia.

Abstract. The factors of anthropogenic and technogenic impact on the environment during the exploration and production of hydrocarbons in the north of the Timan-Pechora oil and gas province are considered. A characteristic is given of using remote sensing methods using a geographic information system for assessing the degree of environmental risk and monitoring the dynamics of changes in the geocological environment in a given territory.

Keyword: geocology, geoinformation systems, environment, ecology, satellite data, north of Taman province.

УДК 551.46

ИЗМЕНЕНИЕ НАПРАВЛЕННОСТИ ЛИТОМОРФОГЕНЕЗА НА МЕЛКОВОДЬЯХ МОРЕЙ ЛАПТЕВЫХ И ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО НА РУБЕЖЕ XX И XXI ВЕКОВ

¹А.В. Гаврилов, gavrilov37@bk.ru, ¹Е.И. Пижанкова, [pijankova@yandex.ru](mailto:pjankova@yandex.ru),

²А.А. Кучейко, alexindia@mail.ru

¹МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия, ²Компания «РИСКСАТ», Москва, Россия

Аннотация. На шельфе морей Лаптевых и Восточно-Сибирского широко распространены мелководья, возникшие на месте размытых в историческое время островов-реликтов ледового комплекса позднего плейстоцена. На этих мелководьях, углублявшихся в последние десятилетия, происходит смена размыва осадконакоплением с образованием островов. Начало современного осадконакопления относится к рубежу XX-XXI веков и связано с сокращением ледовитости и потеплением климата в высокоширотной Арктике. Повышение температуры придонной морской воды, стимулируя сезонное и многолетнее оттаивание донных пород в интервале глубин 2-10 м, приводит к увеличению объема дисперсного материала, способного к перемещению и аккумуляции. Предохранение островов и банок от размыва обеспечивается их многолетним промерзанием на глубинах, где лед смерзается с дном, а также многочисленными стамухами, защищающими от разрушающего действия волн.

Ключевые слова: арктический шельф, ледовитость, береговая и донная термоабразия, мелководья, новообразование островов.

Введение

Информация о наличии и прогнозировании криогенных процессов в пределах береговой зоны и мелководий восточных арктических морей России приобретает особенно важное значение в связи с необходимостью экологизации поисково-разведочного бурения на углеводороды и функционирования Северного морского пути. В течение XVII-XX веков мелководья морей Лаптевых и Восточно-Сибирского, венчавшиеся островами, сложенными ледовым комплексом позднего плейстоцена (ЛК), размывались. В первую половину XX века прекратили свое существование последние из таких островов. Размыв банок, формировавшихся на месте этих островов, продолжался в течение почти всего XX века. Однако на рубеже XX и XXI веков стали появляться сведения об обнаружении новых островов на акватории указанных морей. Процесс смены размыва осадконакоплением в настоящее время не исследован. Нами он изучался на основе использования разновременных дистанционных данных.

Материалы и методы

В исследованиях применялись разновременные дистанционные данные. Это космические снимки (КС) Landsat и Sentinel за 1973-2018 гг., снимки MODIS для анализа ледовой обстановки и положения стамух. Использовались также топографические карты масштаба 1:200 000 и исторические данные [2]. Синтез наиболее информативных каналов и совмещение разновременных космоснимков осуществлялось с помощью программного пакета ScanExImageProcessor. Дешифрирование ландшафтов береговой зоны и различные измерения проводились в ГИС-среде MapInfoProfessional. Данные о ледовитости и климатические характеристики были получены из электронных архивов ААНИИ [4] и ВНИИГМИ-МЦД [5]. Спутниковые данные поставляют важную информацию об осадконакоплении на мелководьях. При этом могут применяться доступные для широкого использования космоснимки низкого (Aqua, Terra) и среднего (Landsat, Sentinel) разрешения. Данные спектрорадиометра MODIS (Aqua, Terra), в частности, были использованы для обнаружения мелей в безледный период (август, сентябрь), наилучшим образом проявленных в период низкой воды (сгоны, отливы), а также стамух в период разрушения ледяного покрова (июль).

Результаты и дискуссия

С применением КС зафиксированы малые острова и мели: один остров (Лейкина) и две отмели к западу от дельты р. Лена, два острова (Затопляемый и Яя) и пять отмелей к востоку от нее. Для низменных островов характерным является затопление в период высокой воды (при нагонах) и осушение поверхности при сгонах. В это же время на отмелях фиксируется забурунивание воды, благодаря которому определяется не только местоположение, но и площадь наиболее высоко поднятых участков дна. На этих местах практически ежегодно формируются стамухи. Результаты изучения осадконакопления на мелководьях, размывавшихся в течение последних четырех столетий [1], свидетельствуют об обусловленности этого процесса активизацией потепления в конце XX – начале XXI вв. Мелководья возникли в результате разрушения термоабразией островов-реликтов ЛК. Так, исчезновение последних островов-реликтов Васильевского и Семеновского было зафиксировано в 1936 и 1951 гг. соответственно [1]. А 2013 годом датируется образование на Васильевской банке острова Яя [6]. Таким образом, новые острова возникают на месте прежних.

Новообразованные острова весьма динамичны. Изменяется их форма и площадь. Так, в форме атолла (кольца) остров Яя просуществовал только в 2013-2014 гг. В начальный период он ее не имел, позже она также была им утеряна. Основной тенденцией в современной динамике является нарастание площади островов. Это можно проиллюстрировать на примере о. Наносный, сформировавшегося на банке, возникшей после исчезновения в 1928 г. о. Фигурина, в 33 км к северо-востоку от о. Котельный (рисунок 1; таблица 1). Он имеет правильную кольцеобразную форму с лагуной в центре.

На приводимых изображениях видно, что размер выступающей над уровнем моря части острова постепенно увеличивается с наиболее ярко выраженным нарастанием северной его оконечности. Подводные формы четко проявлены на снимке 2018 г. Они подчеркиваются также

остатками ледяного припая, которые хорошо видны на снимке 2002 г. и бурунами на снимке 2014 г.

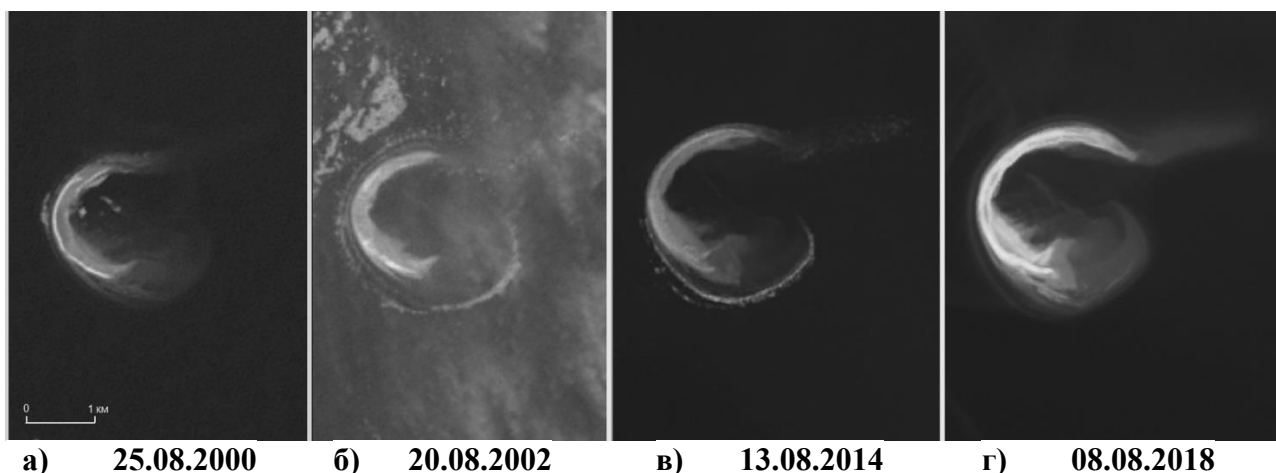


Рис. 1. Изображение о. Наносный на КС Landsat в разные годы за период 2000-2018 гг. © USGS.

Наблюдаемое смещение ряда островов в восточном направлении происходит в результате отступления западных берегов и переноса продуктов размыва на восток, где они формируют причленяющиеся к островам косы. Этот процесс, происходящий под действием доминирующих летом западных ветров, за 18 лет привел к максимальному перемещению крайней западной части берега о. Наносный в восточном направлении на 100-120 м. В среднем же отступление 1,5-километрового западного берега составило 55 м. Таким образом, средняя скорость отступления - около 3 м/год.

Таблица 1.

Характер динамики острова Наносный по результатам измерений на КС Landsat

Остров	Географическое положение	Морфология	Дата съемки	Длина береговой линии, км	Площадь, км ²	Длина, км	Ширина, км
Наносный	33 км к северо-востоку от о. Котельный, 25,5 км к северо-западу от о. Железнякова	Остров представляет собой полукольцо правильной формы выпуклое к западу, высотой не более 2 м	13.07.1999	5,9	0,68	2,8	0,18-0,33
			25.08.2000	6,3	0,74	3,0	0,17-0,4
			20.08.2002	7,9	0,97	3,2	0,2-0,5
			15.08.2011	8,0	1,01	3,5	0,2-0,5
			13.08.2014	8,5	1,23	3,6	0,2-0,6
			08.08.2018	10,0	1,43	4,2	0,2-0,7

Наращение общей площади образующихся островов связывается нами с мерзлотными процессами. В современную фазу потепления под действием повышения температуры придонной воды [3] активизируется сезонное и многолетнее оттаивание донных отложений в пределах интервала изобат 2-10 м. Это приводит к увеличению объема талых осадков, способных к перемещению и аккумуляции. Этим определяется смена размыва мелководий, имевшим место в XVII-XX вв., современным осадконакоплением на них. Многолетнее промерзание новообразований происходит в интервале глубин 0-2 м, где лед смерзается с дном. Многочисленные стамухи, существующие часто до начала ледостава, также защищают острова и банки от разрушающего действия волн.

Выводы

1. Сопоставление космических снимков с историческими данными дает возможность фиксировать и изучать смену размыва мелководий, имевшего место в XVII-XX вв., современным накоплением и промерзанием осадков.

2. Осадконакопление обусловлено формированием в интервале современных глубин 2-10 м большого количества талых и оттаивающих донных осадков, способных к перемещению и аккумуляции, в связи с современным потеплением.

3. Разновременные космические снимки являются наиболее действенным средством изучения криогенного морфолитогенеза в пределах мелководий арктических морей.

Список литературы

1. Гаврилов А.В., Романовский Н.Н., Хуббертен Х.В., Романовский В.Е. Распространение островов – реликтов ледового комплекса – на Восточно-Сибирском арктическом шельфе // Криосфера Земли, 2003, т. VII, №1, с. 18-32.
2. История открытия и освоения северного морского пути. М. Морской транспорт, 1954, 475 с.
3. Dmitrenko I.A., Kirillov S.A., Bruno Tremblay L. et al. Recent changes in shelf hydrography in the Siberian Arctic: Potential for subsea permafrost instability // Journal of geophysical research, vol. 116, C10027, doi:10.1029/2011JC007218, 2011
4. <http://www.aari.nw.ru/projects/ECIMO/>
5. <http://aisori.meteo.ru/ClimateR>
6. [ru.wikipedia.org/wiki/Яя_\(остров\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Яя_(остров))

CHANGES IN THE DIRECTION OF LITHOMORPHOGENESIS IN THE SHALLOW WATERS OF THE LAPTEV AND EAST-SIBERIAN SEAS AT THE TURN OF THE XX AND XXI CENTURIES

¹A.V. Gavrilov, gavrilov37@bk.ru, ¹E.I. Pizhankova, pizhankova@yandex.ru,

²A.A. Kucheyko, alexindia@mail.ru

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, ²"RISKSAT" Company, Moscow, Russia

Abstract. Shallow waters are widespread on the shelf of the Laptev and East Siberian seas. They emerged at the site of the relics of the Late Pleistocene Ice Complex, which were eroded in historical time. In these shallow, deepening in recent decades, there is a change of erosion by sedimentation with the formation of islands. The beginning of modern sedimentation refers to the turn of the XX-XXI centuries in connection with modern climate warming in the high-latitude Arctic. Modern sedimentation began at the turn of the XX-XXI centuries and is associated with a reduction of the ice coverage and climate warming in the high-latitude Arctic. Increasing the temperature of the bottom seawater stimulates the thawing of bottom sediments at depths of 2-10 m. This increases the amount of dispersed material capable of movement and accumulation. The protection of islands and shoals from erosion is ensured by their long-term freezing at depths, where ice freezes to the bottom, as well as by numerous hummocks, which protect against the destructive action of waves.

Key words: Arctic shelf, ice cover, coastal and bottom thermal abrasion, shallows, island new formation.

УДК 55; 504; 574

ВЗГЛЯД НА ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ КАК НАУКИ

И.Ю. Григорьева, ikagr@inbox.ru

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии, Москва, Россия

Аннотация. С учётом исторического периода развития «Экологической геологии» и на основе анализа современных тенденций даётся краткая характеристика предпосылок и причин обособления нового научного направления в «Геологии». Рассматривается фундаментальная

естественно-научная основа, являющаяся базисом данного научного направления, которая заключается в неразрывной связи живой и неживой природы. В качестве основного объекта исследований рассматриваются эколого-геологические системы различных иерархических уровней организации. Приводится авторский взгляд на перспективы развития «Экологической геологии» как нового научного направления, возникшего на стыке «Геологии» и «Биологии».

Ключевые слова: живая и неживая природа, естественно-научные и социально-экономические причины, перспективы развития, экологическая геология, эколого-геологические системы.

С момента обособления экологической геологии в рамках наук геологического цикла прошло около четверти века, что является достаточным рубежом для подведения некоторых итогов становления и развития данного научного направления. Опыт чтения лекций по данному предмету для студентов, обучающихся на геологическом факультете МГУ имени М.В.Ломоносова по направлениям «Геология», «Геология и геохимия горючих ископаемых», «Геофизика» позволяет дать краткий авторский анализ причин возникновения и перспектив развития экологической геологии.

Причины возникновения экологической геологии как науки. Во многом причины возникновения экологически ориентированных разделов в различных областях научных знаний, в том числе и в геологии, хорошо известны. Они обусловлены теми общемировыми тенденциями конца XX века, которые описаны во многих учебниках и монографиях [4, 5, 6, 13, 14 и др.]. Причины эти имели социально-экономический характер и заключались в том, что после Второй Мировой войны бурное экономическое развитие привело к ухудшению состояния окружающей среды. Возникла необходимость решения как локальных, так глобальных экологических вопросов, выразившаяся в тенденции к экологизации различных областей знаний. Определенный импульс этому процессу дали широко известные Международные Конференции по проблемам охраны окружающей среды, работа Римского клуба, первые модели глобального развития мира, работа Всемирной комиссии по окружающей среде и развитию (WCED) и т.д. Итогом развития этих тенденций стало появление в различных странах мира Министерств по охране окружающей среды, появление отдельной отрасли права – экологического, появление экологически ориентированных разделов в самых разных отраслях и областях знаний. И сегодня мы отчетливо видим, что развитие идей, высказанных в конце прошлого века, и начавшихся на рубеже веков тенденций продолжается и в настоящее время. Ярким свидетельством этого стала формулировка на Юбилейном заседании Генеральной Ассамблеи ООН, состоявшемся в конце сентября 2015 года, 17 целей в области устойчивого развития. И эти причины экологизации геологии можно отнести к социально-экономическим.

Но есть и другой, более глубинный смысл, лежащий в основе обособления нового научного направления геологии. Эти причины имеют фундаментальную естественно-научную основу, нацеленную на понимание единства живой и неживой природы.

Со школьной скамьи нас учили различать предметы живой и неживой природы. Второклассник с легкостью справляется с этим труднейшим вопросом. В действительности же грань между живой и неживой природой весьма условна. Стирает же границу между живым и мёртвым основной для всей природы закон – закон движения. И этому мы можем привести бесчисленное количество примеров из самых разных областей знаний. Очень удачные примеры по этому поводу приводит в своих трудах В.Ф.Войно-Ясенецкий: «...Извечно несутся в мировом пространстве бесчисленные звезды и планеты, никогда не замедляя своего движения. Только силой этого движения, силой инерции держатся в мировом пространстве невообразимо тяжелые тела, как держится в воздухе тяжелый 40-дюймовый снаряд. Несутся мириады звезд, планет, астероидов, метеоров и комет. Движением ветров, потоками воды, трением сползающих ледников, колебаниями температуры, прибоем волн изменяется лицо земли. Мощным движением подземных вулканических сил создаются новые хребты гор и пропасти земные. В вихрях многовековых движений разрушаются и вновь возникают бесчисленные звездные миры и совершается великий процесс эволюции, высшее движение во Вселенной. Почти с быстротой света бес-

конечно движутся атомы и электроны, рентгеновские лучи, ионы и все продукты диссоциации материи, всегда происходящей. Постоянным движением молекул в клетках органов поддерживается жизнь организмов. Молекулярным движением в нервных клетках сопровождается мысль человека. Покоя нет и в смерти, которая не что иное, как смена определенных мгновений состояний равновесия, также кратковременной продолжительности» [2, С. 69]. Этим всеобщим законом движения живая и неживая природа генетически связаны между собой: земля, вода и солнечный свет дают начало жизни растениям, а от них получает питание весь животный мир. Так, из одних и тех же химических элементов и по тем же физическим законам построена органическая и неорганическая природа. И, как это ни парадоксально, но движение в неорганической природе, как и в живой, есть проявление жизни, хотя и в минимальной малоизвестной нам форме.

Исходя из этого, становится вполне очевидным, что невозможно постичь законов природы, изучая по отдельности органический и неорганический мир. Именно фундаментальная основа неразрывной взаимосвязи живой и неживой природы является объективной причиной появления и обособления экологической геологии. Относительно нового научного направления, которое в конце XX века возникло в недрах науки о Земле – геологии и имеет тесную связь с наукой о жизни – биологией, и одновременно является частью междисциплинарной науки – геоэкологии.

С учетом иерархии природных объектов в экологической геологии мы имеем дело с законами движения энергии, материи и вещества. Следует признать, что и такое подразделение будет весьма условным, поскольку материя представляет собой устойчивую форму внутриатомной энергии, а теплота, свет, электричество – неустойчивые формы той же энергии. Известно, что «...вечной материи нет, как вообще нет материи, а только энергия в её различных формах, конденсация которой и является в форме материи» [2, С. 66].

Однако вернёмся к общепринятым в разных отраслях науки представлениям об иерархии природных объектов. В широком смысле иерархия (греч. *hieros* – священный и *arche* – власть, расположение элементов в порядке от низшего к высшему, последовательность усложняющихся структур) – это не что иное, как расположение частей элементов целого в порядке от низшего к высшему. В частности в геологии [3] различные по иерархии объекты изучаются отдельными геологическими науками, которые охватывают: атомный (геохимия, кристаллография), минеральный (минералогия), горно-породный (петрография, литология), надпородный (отложения, изучаемые в самых разных разделах геологических наук), формационный и более высокий надформационные уровни. Таким образом, в геологии существует следующая иерархия природных объектов: минерал – горная порода – геологическая формация – земная оболочка – планета. В свою очередь в биологии иерархическое деление представляется так: молекула – клетка – организм – сообщество – биоценоз – биосфера. Иерархия природных объектов основывается на том, что объекты более высокого уровня организации слагаются объектами предшествующего уровня. Например, атомы химических элементов объединяются в кристаллы минералов, минеральные зерна слагают горные породы, слои горных пород слагают формации. Иерархически организованные формы существуют во всех сферах окружающей нас реальности: неорганической, биологической, социальной.

На сегодняшний день в рамках существующей теории экологической геологии [15], по сути, была сделана попытка объединить законы движения, выразив их через экологические функции литосферы: ресурсную, геодинамическую, геохимическую и геофизическую. И если подходить с подобных позиций, то в рамках ресурсной функции рассматриваются вопросы движения вещества и материи, геодинамической – материи и энергии, геохимической – вещества и, наконец, геофизической – энергии.

Рассматривая причины возникновения экологической геологии, хотелось бы остановиться ещё на одном немаловажном аспекте. Следует иметь в виду, что при исследовании вопросов влияния окружающей среды (включая и литосферную составляющую) необходима консолидация учёных различного профиля. Дифференциация науки (узкая специализация) на современ-

ном этапе является тормозом в решении основной задачи естествознания – выявление и обеспечение комфортного сосуществования человеческого сообщества в гармонии с природой.

С учетом целостности единства знаний и его практической основы необходима консолидация исследований не по наукам, а по проблемам.

На протяжении истории развития науки тенденция дифференциации господствовала (да и поныне преобладает) над тенденцией к интеграции [12]. В настоящее время в каждой отраслевой сфере господствует узко компетентный специалист, который зачастую пассивно или активно противодействует интегративной тенденции. Препятствует интеграции сам институт науки как вид деятельности. Вот как эту ситуацию рассматривал И.В.Круть: «Позитивная объектно-предметная дифференциация познания и соответствующая ей необходимая узкая специализация отраслей и языков сопровождается негативным изоляционизмом последних и приводит к доминированию в науке ученого-сноба, который игнорирует или даже отрицает возможность и необходимость научного синтеза или в лучшем случае признает лишь редукцию всякого знания к какой-либо одной элитной науке...» [12, С. 15]. Сегодня наука представляет собой библейский Вавилон: люди, строившие единое здание с вершиной до небес, заговорили на разных языках, перестали понимать друг друга и не смогли продолжить свой общий созидательный труд. Процесс экологизации научного знания, на наш взгляд, в целом способствует интеграционным процессам в науке. Наука нуждается не только в узких специалистах, но и натуралистах. В связи с этим экологическая геология ждёт своих Ломоносовых, Вернадских, Моисеевых и Львовых.

Завершая же краткое изложение причин появления и активного развития экологически ориентированных направлений в науке, напомним высказывания из книги ученого, натуралиста, активного общественного и политического деятеля XX века Барри Коммонера «Замыкающийся круг» «...каждый из наших взглядов на природную систему есть только тонкий разрез через сложное целое. Каждый специалист освещает лишь некоторые свойства целого, но общая картина получается искаженной, потому что, рассматривая один комплекс взаимоотношений, мы неминуемо игнорируем многие другие, а ведь в реальном мире каждая вещь связана со всеми остальными» [8, С. 13].

Перспективы развития экологической геологии как науки. Раскрытие причин возникновения экологической геологии позволяет наметить и основные перспективные направления развития этой науки. Признавая справедливый подход, основанный на выделении в качестве объекта исследований в экологической геологии эколого-геологических систем разных уровней организации [11], отметим, что с естественно-научной точки зрения перспективно рассмотрение взаимных механизмов функционирования геологических и биологических объектов. Приведем лишь несколько примеров перспективных направлений научных исследований в рамках экологической геологии.

Так, на минеральном и горно-породном уровне необходимо раскрытие и познание в качественном и количественном виде механизмов взаимного влияния микроорганизмов на процессы, в первую очередь, гипергенного минералообразования. Как это в своё время было сделано в отношении сульфидных месторождений и роли в их образовании тионовых бактерий [16]. И подобные исследования имеют достаточно выраженное прикладное значение. Довольно активно в настоящее время идет развитие биотехнологии металлов. И в этой связи важным является привлечение знаний из области минералогии и кристаллографии. Определённый интерес также представляют процессы патогенного минералообразования внутри живых организмов [9]. И здесь важным является то, что в своё время ещё было отмечено в работах В.И.Вернадского [1]. С эколого-геологической точки зрения организмы должны быть сведены к тем формам исследования, которые традиционно используются в геологии. Живые организмы должны характеризоваться, в первую очередь, своим химическим составом, весом и энергией. Морфологическая структура организмов, их внутренние процессы должны переместиться на второй план.

На уровне геологических формаций (либо на уровне массива грунта) на первый план выходят задачи, рассматриваемые в рамках сформировавшегося на сегодняшний день направле-

ния экологической геологии – экологической геодинамики. Следует отметить, что обладая хорошо разработанной теоретической базой, экологическая геодинамика представляет собой наименее разработанный в содержательном плане раздел. Если принять во внимание, что «... геологические процессы меняют условия среды обитания различных организмов, а, следовательно, влияют на состояние и эволюцию экосистем, в том числе – на характер, скорость и направленность экологической сукцессии...» [10], то выявление прямых и опосредованных связей, в первую очередь, катастрофических геологических процессов и их воздействия на человеческий организм и состояние биоты в целом является основным направлением исследований в рамках экологической геодинамики. В рамках экологической геодинамики также должны более широко привлекаться возможности прогнозирования катастрофических процессов на основе биологических предвестников, совершенствоваться методы оценки и анализа экологического риска неблагоприятного воздействия природных процессов на состояние биоты; даваться анализ влияния параметров геологических процессов на состояние отдельных компонентов экологических систем (в первую очередь – биотической составляющей).

Кроме того, на формационном уровне в рамках экологической геологии должны активно изучаться особые эколого-геологические системы, в которых в явном виде выражена взаимосвязь двух глобальных круговоротов веществ: большого геологического и малого биологического [7]. Это, так называемые природные биоминеральные комплексы, в пределах которых дикие животные активно потребляют выветрелые горные породы. Помимо движения химических веществ и соединений в подобных системах немаловажным является анализ энергетического состояния, поскольку большинство подобных природных комплексов приурочено к тектонически активным зонам Земли, характеризующимся аномальными значениями физических полей.

Безусловно, нельзя полностью исключать из рамок экологически ориентированных разделов научного знания, в частности экологической геологии, рассмотрение социально-экономических вопросов, поскольку развитие геологии как таковой во многом определяется социально-экономическими потребностями общества.

Таким образом, экологическая геология представляет собой молодую область научного знания, находящуюся в самом начале своего развития и обладает достаточно большим потенциалом как фундаментально развития, так и практического применения.

Список литературы.

1. Вернадский В.И. Химический состав живого вещества в связи с химией земной коры. Петербург: Изд-во «Время», 1922. – 48 с.
2. Войно-Ясенецкий В.Ф. (святитель Лука) Дух, душа и тело. – Минск: Белорусская Православная Церковь, 2015. – 91 с.
3. Геологические тела (терминологический справочник)/ Под ред. Ю.А.Косыгина, В.А.Кулындышева, В.А.Соловьева. М., 1986. – 246 с.
4. Голубев Г.Н. Геоэкология: учебник для студентов вузов/ Голубев Г.Н. - 2 изд. исп. и доп. - М.: Аспект Пресс, 2006. – 288 с.
5. Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии. Учебное пособие. Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного университета, 2001. – 448 с.
6. Григорьева И.Ю. Геоэкология: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 270 с.
7. Григорьева И.Ю. Горные породы как необходимый элемент питания живых организмов // Труды XIX Международной научно-практической конференции Актуальные проблемы экологии и природопользования. Москва, 26-28 сентября 2018 г. — М.: РУДН, 2018. — С. 74–79.
8. Коммонер Барри. Замыкающийся круг. – М.: Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.
9. Кораго А.А. Введение в биоминералогию. СПб.: Недра, 1992. – 280 с.
10. Королёв В. А. Инженерная и экологическая геодинамика. / Электронный учебник на CD. — М., МГУ, 2004.
11. Королёв В. А. Состав, структура и классификация эколого-геологических систем // Ломоносовские чтения-2019. Секция «Геология». — МГУ, Москва <https://conf.msu.ru/rus/event/5604/>, 2019. – С. 1–3.

12. Круть И.В. Исследование оснований теоретической геологии. – М.: Наука, 1973. – 207 с.
13. Осипов В.И. Биосфера и экологическая безопасность: юбилейная лекция. М.: РУДН, 2017. – 136 с.
14. Основы общей экологии и международной экологической политики: Учебное пособие// Р.А.Алиев, А.А.Авраменко, Д.Е.Базилева и др.; под ред. Р.А.Алиева – М.: Издательство «Аспект Пресс», 2014. – 384 с.
15. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. Учебник. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. – 415 с.
16. Яхонтова Л. К., Нестерович Л. Г. Зона гипергенеза рудных месторождений как биокосная система. М.: МГУ, 1983. – 57 с.

A LOOK AT THE CAUSES OF OCCURRENCE AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF ECOLOGICAL GEOLOGY AS A SCIENCE

I.Yu. Grigorieva, e-mail: ikagrig@inbox.ru

Department of Engineering and Ecological Geology of the Geological Faculty of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. Taking into account the historical period of development of «Ecological Geology» and on the basis of the analysis of modern trends, a brief description of the prerequisites and reasons for the isolation of a new scientific direction in «Geology» is given. The fundamental natural science basis is considered, which consists in the inseparable connection of animate and inanimate nature. Ecological-geological systems of various hierarchical levels of substance organization are considered as the main object of research. The author's view on the development prospects of «Ecological geology» as a new scientific direction that emerged at the junction of «Geology» and «Biology» is given.

Keywords: living and non-living nature, natural-science and socio-economic reasons, development prospects, ecological geology, ecological-geological systems.

УДК 55; 504; 524; 550

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИЙ ИНТЕНСИВНОГО ОСВОЕНИЯ КАК ИНДИКАТОР ТРАНСФОРМАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ

А.Д.Жигалин^{1,2}, В.Т.Трофимов², Е.В.Архипова³, М.А.Харькина²

1.-Институт физики Земли РАН, РФ, г. Москва, Б. Грузинская ул., 10, стр. 1

2.-МГУ им. М.В. Ломоносова, РФ, г. Москва, Ленинские горы, 1

3.-ГУ «Дубна», РФ, г. Дубна Моск. обл., Университетская ул., 19

Аннотация: Степень хозяйственного освоения территории определяется видом и количеством энергии, используемой промышленными и сельскохозяйственными предприятиями с их инфраструктурой, градостроительными комплексами. Основными видами используемой энергии при этом являются электрическая, тепловая и сейсмоакустическая. При высоком уровне энергетического потенциала формируется техногенное физическое, загрязнение, приводящее к трансформации геофизической экологической функции в пределах освоенных территорий. Измеряя в режиме постоянного или регулярного эпизодического мониторинга параметры геофизических полей, можно контролировать глубину трансформации экологической геофизической функции и, соответственно, оценивать общую экологическую обстановку.

Ключевые слова: освоенные территории, техногенное физическое загрязнение, трансформация геофизической функции, контроль экологической обстановки.

Интенсивно осваиваемые территории по своей хозяйственной ориентации подразделяются на два основных кластера – промышленный и градостроительный. Это подразделение

определяет дифференциацию по принципу величины используемого потенциала совокупной энергии. Промышленный кластер включает отдельные крупные промышленные предприятия и объединяющие их индустриальные районы, а также крупное сельскохозяйственное производство, все больше приближающееся к промышленному по энергопотреблению. Градостроительный кластер объединяет городские поселения разного ранга от поселков городского типа до мегаполисов вместе с их инфраструктурой. Объединение селитебной территории в рамках упомянутого кластера определяется уровнем потребления энергии на некоторый эталонный городской объект, который можно назвать элементарным объектом городского хозяйства.

В настоящее время во всем мире наблюдается тенденция увеличения городского населения, что сопровождается перераспределением использования энергии в различных местах интенсивного освоения, но различие в величине территориального энергетического потенциала при этом неизменно сохраняется. В этой связи уместно говорить о том, что имеет место различие в реализации геофизической экологической функции (можно считать, что всех земных сфер). Геофизическую экологическую функцию мы рассматриваем как свойство обеспечивать приемлемые условия существования живых организмов и здоровый образ жизни населения поддержанием на определенном уровне энергетического потенциала. При примерном равенстве приходящей извне энергии (солнечной, геомагнитной, земной и космической радиации) энергетический потенциал в пределах условно «производственной» территории и территории, занятой под городское строительство, будет весомо различен вследствие наличия на производственной территории большого числа объектов, производящих, преобразующих и использующих электрическую и тепловую энергию. По самым предварительным расчетам в соответствии с нормативами, определяющими соотношение промышленной и селитебной зон в городах, промышленные зоны, занимая примерно четверть площади территории промышленного кластера (тут допускается некоторый элемент экстраполяции и расширения территории города с развитой промышленностью до промышленного кластера), характеризуется примерно вчетверо большим энергетическим потенциалом. Как следствие этого можно наблюдать разную степень трансформации геофизической экологической функции в пределах промышленного и градостроительного кластеров.

Проведенные ранее натурные наблюдения и проанализированные литературные сведения показывают, что промышленное производство, городское хозяйство с его инфраструктурой, транспорт различного вида, автомобильный и железнодорожный, воздушный, наземный и подземный, оказывают в совокупности весьма серьезное искажающее воздействие на общую эколого-энергетическую обстановку (Трофимов и др., 2018). Это воздействие отображается в формировании тепловых куполов и городских «островов тепла», зашумленных зон, зон повышенного электромагнитного (магнитного индуктивного) воздействия и др. Начатые измерения содержания аэроионов (количества и полярности) в приземном слое атмосферы – той ее части, из которой мы берем воздух для дыхания, показывают дефицит (иногда большой) аэроионов обеих полярностей с явной недостаточей легких отрицательных (животворных) ионов. Окончательные результаты этих работ пока не опубликованы, но полученных данных достаточно, чтобы успокоиться.

Изучение уровня электромагнитного поля в пределах селитебной территории городов показали, что вне зависимости от величины города, выявляются сходные аномальные участки, тяготеющие к крупным торгово-развлекательным центрам, высоковольтным линиям электропередачи, трансформаторным подстанциям, вышкам и мачтам радиопередающих устройств и др. С сожалением следует отметить, что многие из перечисленных объектов глубоко «вживлены» в жилую застройку.

Отдельно следует рассматривать воздействие транспорта. Транспортные средства оказывают акустическое (шумовое) воздействие – в этом плане следует отметить воздушный транспорт, полеты которого над городскими территориями, хотя и регламентированы, но не всегда этим регламентам соответствуют в силу специфики расположения взлетно-посадочных полос аэродромов. Наземный автомобильный транспорт, являющийся вездесущим источником шума и, вдобавок, вибрационного воздействия, «функционирует» практически круглосуточно, делая

перерыв на короткое время в интервале от 2 до 4 часов местного времени. Проблемы техногенного физического (энергетического) воздействия существуют, их много, и надо на них обращать внимание. Для начала, однако, надо разработать в рамках нового направления геофизики – геофизической урбэкологии понятную всем критериальную систему оценки уровня этого воздействия.

«Глубина» трансформации функции может служить своего рода мерилем техногенного энергетического (физического) воздействия на биологические объекты, в том числе населения, в пределах территории интенсивного освоения. В свою очередь, если переходить от качественной оценки воздействия (воздействует – не воздействует, наблюдается какой-либо отклик со стороны биологических объектов и населения или не наблюдается) к количественным характеристикам, то можно выбрать в качестве критерия отличие значений наблюдаемых (контролируемых) физических полей в пределах той или иной территории от фоновых значений (окрестные территории без явного влияния городской территории или территории, отчужденной под промышленное производство) наблюдаемых параметров. Такое отличие можно представлять в процентах отклонения или в абсолютных величинах. В любом случае необходимо создать контрольный пункт наблюдения за изменением фоновых значений контролируемых параметров. Постоянно контролировать необходимо фоновые значения температуры, уровня электромагнитного и акустического полей, количества аэроионов в приземном слое атмосферы, радиации.

Список литературы

1. Трофимов В.Т., Харькина М.А., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д. Экологические функции абиотических сфер Земли. – М.: «КДУ», «Университетская книга», 2018. 608 с.

THE CHANGE OF GEOPHYSICAL FIELDS WITHIN THE TERRITORIES OF INTENSIVE DEVELOPMENT AS AN INDICATOR OF THE TRANSFORMATION GEOPHYSICAL ECOLOGICAL FUNCTION

Zhigalin A.D.^{1,2}, Trofimov V.T.², Arkhipova E.V.³, Kharkina M.A.²

1. The Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, RF, Moscow, B. Gruzinskaya str., 10-1

2. Moscow State University, RF, Moscow, Leninskiye gory, 1

3. State University «Dubna», RF, Dubna Moscow. reg., Universitetskaya st., 19

Abstract: Extent of economic development of the territory is defined by a kind and amount of the energy used by the industrial and agricultural enterprises with their infrastructure, town-planning complexes. Main types of the used energy at the same time are electric, thermal and seismoacoustic. The high level of energy potential creates the contamination leading to transformation of geophysical ecological function within the developed territories. Measuring parameters of geophysical fields in the mode of continuous or regular incidental monitoring, it is possible to control depth of transformation of ecological geophysical function and, respectively, to estimate the general ecological situation.

Key words: the development of the territory, technogenic physical contamination, transformation of the geophysical function, environmental control

УДК 551.7

КАМЕННАЯ ЛЕТОПИСЬ ОБ ЭТАПАХ ПРОИСХОЖДЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЖИЗНИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОГО ПРИДОНЬЯ

И.И.Косинова, В.В.Ильяш, ecology@geol.vsu.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г.Воронеж, Россия

Аннотация: река Дон является главной водной артерией Воронежской области. Ее обширная долина получила название Придонье. Эта территория примечательна не только своим

географическим положением – приуроченностью к благоприятной для жизни равнинной лесостепной зоне. Этим, но и многими другими чертами, связанными своим происхождением с историей геологического развития и историей человеческой цивилизации. Придонье отличается необычайно живописными ландшафтами, своеобразие которым придают белоснежные крутые обрывы коренного правого берега, сложенного меловыми образованиями самой причудливой формы. Последние своим происхождением обязаны эрозии и карсту, но и не только. Имеются признаки причастности к этому и эндогенных процессов. Долина реки вложена в глубокий Павловско-Мамоновский прогиб, разделяющий две главные геологические структуры Среднерусскую антеклизу и Окско-Донскую впадину. Геоактивность прогиба подтверждается геологическими и геофизическими данными. Придонье отличается и множеством мест, интересных также географам, биологам, археологам, поэтому большинство памятников природы в области сосредоточено именно здесь. Авторам принадлежит идея образования на их основе более крупного по рангу ООПТ Экогеопарка «Донской».

Ключевые слова: Воронежская область, река Дон, ландшафт, эрозия, карст, геоактивные зоны особо охраняемые территории.

В начале октября 2018 г сотрудники кафедры экологической геологии проф. Косинова И.И. и доц. Ильяш В.В. приняли участие в экспедиции по воронежскому Придонью. Основной ее целью было выявление интересных участков для дальнейшего их исследования в рамках учебных практик студентов экологов-геологов и научно-исследовательской работы магистров кафедры. Интересные в том смысле, что в определенной последовательности их изучения они должны раскрыть каменную летопись происхождения и развития жизни этого удивительного по своей красоте и богатству края, тысячелетиями манившего к себе многочисленные племена и народы. История человека и геологическая история неразрывно связаны между собой, ее пишет время, но начало этой истории своими корнями уходит так далеко, что только камень мог сохранить первые страницы этой книги, но, к сожалению также не все. Ученые Воронежского университета геологи и географы, почвоведы и биологи многое сделали для изучения этого края [1], но потребуются усилия не одного поколения исследователей, чтобы из ее обрывков собрать полную картину происходящего здесь.

В чем особенность территории Воронежского края и Придонья в частности? Она в геологическом положении – в приуроченности к структуре, которая называется Воронежской антеклизой. Это огромное сводовой формы поднятие, которое медленно растет вот уже полтора млрд. лет на фоне опущенных территорий Восточно-Европейской платформы. Последняя как наиболее древняя геологическая структура, представляет собой ядро континентальной плиты, простирающейся от Карпат до Урала. По своей структуре напоминает здание, но только высота его фундамента в разы больше высоты надстройки. Внутренне строение платформы волнообразное с чередованием поднятий и опусканий разного масштаба. Воронежская антеклиза как составная часть этой платформы имеет размеры 900x400км, но это также достаточно сложно устроенная динамичная система более низкого порядка, состоящая из отдельных блоков, одни из которых медленно опускаются, а другие, напротив, поднимаются. На стыке между ними породы дробятся, перетираются, образуются линейной формы швы, отличающиеся повышенной проницаемостью, как для вещества и энергии устремляющихся из недр к поверхности, так и наоборот, проникающего с поверхности в недра. По таким швам и закладываются долины крупных рек, которые дополнительно перемалывают материал шовных структур, превращая его в песок и глину.

В Павловском и Богучарском районах находится самый купол этого поднятия, а образовался он благодаря внедрению в ранее существовавшие породы глубинного вещества, превратившего их в разновидности семейства гранитоидов. гранит. Это было давно, без малого 2млрд. лет тому назад. В гранитах сохранились реликты исходных метаморфических пород (гнейсов, амфиболитов), которые имеют возраст более 3млрд. лет. Эти породы можно увидеть в гранитных карьерах Богучарского и Павловского районов. Но метаморфические породы также не первичные. Они появились как следствие неоднократных преобразований осадочных, вулканоген-

ных и интрузивных пород, испытавших мощное давление и нагрев при горообразовательных процессах, получивших обобщенное название «орогенез». Тем не менее, и в этих глубоко преобразованных породах обнаруживаются какие-то уже довольно сложные формы жизни (рисунки 1).

Электронно-микроскопические исследования образцов пород архейского возраста обнаруживают в кварце необычные формы, которые трактуются в качестве форм жизни [2].

Дон как река, появился совсем недавно, конечно, в геологическом масштабе времени, но его глубокий эрозионный врез вскрывает самые древние породы осадочного чехла – органогенные известняки, имеющие верхнедевонский возраст. В разрезах девона в районе Семилук первокурсники впервые осознанно всматриваются в отпечатки брахиопод, живших в девонских морях сотни миллионов лет тому назад, с трудом пытаясь представить себе длительность этого промежутка времени.

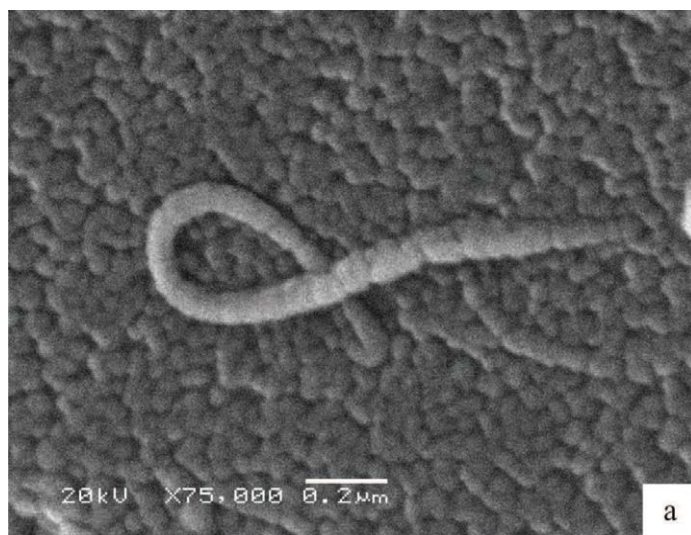


Рис. 1. «Червь» в железистом кварците из оскольской серии раннего протерозоя КМА [2]

На юго-востоке Воронежской области мощность осадочного чехла минимальная, эта территория уже с раннего протерозоя по большей части находилась выше уровня моря. И только начиная с девонского периода мелководные моря на некоторое время, периодически покрывали ее, оставляя после себя отложения с остатками морской фауны, которые в периоды регрессий можно наблюдать и на суше.

Наиболее характерными морскими отложениями для воронежского Придонья являются мела. Именно они, протягиваясь по правобережью Дона от Лисок до станицы Каменской в Ростовской области дали название территории – Донское Белогорье как части более обширного Среднерусского Белогорья. По Дону мела обнажаются в обрывах высокого правого берега, образуя гряды чарующих своей живописностью ландшафтов. Сложены эти породы остатками известковых водорослей кокколитов и мельчайшими раковинками фораминифер, живших в теплых водах верхнемеловых морей. Попадают окаменелости и других животных: белемнитов, кольчатых червей, морских ежей, аммонитов.

Реки являются частью гидросферы Земли. Отличаются динамикой и в масштабах геологического времени непродолжительной жизнью, именно они, особенно на равнинах, определяют основные черты ландшафта. Но облик Земли меняется, постоянно: где были равнины, там стали горы и наоборот, соответственно меняется и речная сеть. Довольно условно принимаем, что это та же самая река, что текла здесь и прежде. Более определенно можно сказать лишь для периода, начало которому отмеряется в 23-25 млн. лет назад – с олигоценового времени. Этот период называется неотектоническим, его особенность в том, что рельеф с этого времени в основных своих чертах сохранился в первоначальном виде, а, следовательно, и рисунок речной сети, в том числе и бассейна Дона.

Конкретно долина Дона часто меняла свое положение. Сохранилось в неизменности лишь общее направление течения – на юг, к южному морю, которое в свою очередь за этот длительный промежуток времени также не единожды меняло свою конфигурацию, а бывали времена, когда по долине Дона морские заливы проникали далеко на север вверх по течению вплоть до нынешнего Ельца. Чтобы как-то выделить рубежи этих грандиозных событий, и море и Палеодон для разных эпох называют разными именами.

Реки всегда были сосредоточием жизни. Никто точно не скажет, когда на берегах этой древней реки появился первый след человека, для этого надо перерыть всё по всему Дону. Стоянка человека в знаменитых Костенках и та была обнаружена случайно. Археологи говорят, что ее возраст 40 тысяч лет. В масштабах геологического времени это ничто, но для истории человечества это уже много, если учесть, что последний Ледник от нас ушел всего 10 тысяч лет назад. На берегах Дона в разных местах обнаруживаются городища хазаров, скифов, курганы, ритуальные сооружения. Это следы пребывания здесь людей разных народов, племен, которых влекло сюда многое имеющееся здесь в достатке: вода, биоресурсы, плодородные пойменные земли. Высокие берега позволяли занимать господствующее положение над «диким полем» левобережья, откуда катились волны кочевников. Мягкие податливые породы (мел, мергель) позволяли прорывать в них подземные ходы, скрываться от неприятеля. Подземные храмы появились позже. И в последнюю войну эти берега превращались в неприступные бастионы.

В мирные годы мел становится прекрасным сырьем для строительной промышленности, для местных нужд. Меловые склоны богаты редкими и исчезающими видами растений. В Дону всегда было много рыбы. Красота меловых ландшафтов с глубоко врезынными каньонообразными балками и оврагами, покрытыми байрачными лесами, притягивает на его берега людей, интересующихся не только одной рыбалкой. Дон и его крупные притоки на востоке области заселялись казаками, людьми особого склада, вольнолюбивыми и храбрыми воинами. Это часть области Войска Донского с его славной и драматической историей, оно то бывало оплотом власти, а то головной болью для нее. И сегодня у этих людей прочные корни: хваткие, увлеченные, ответственные и деловитые и вместе с тем радушные и приветливые, особенно к тем, кто проявляет неподдельный интерес к их любимому краю, пытаясь донести его красоту и для других.

Современные исследования продемонстрировали еще одну особенность Придонья. Здесь в геодинамических границах Лосевской шовной зоны, по которой протекает Дон, сформировались уникальные комплексы флоры и фауны, распространение которых связано четко с границами этой зоны. Количество этих видов превышает несколько сотен. Этот факт вместе с другими достопримечательностями дает основание для создания новой грандиозной особо охраняемой структуры России— Экогеопарка Донской. Он может стать центром образовательной, туристической, рекреационной, научно-исследовательской деятельности для многих поколений, интересующихся геологическими аспектами происхождения и развития жизни на Земле (рис. 2)



Рис. 2 Искусственные пещеры в мелах



Рис.3. Красив Дон, особенно осенью

Список литературы

1. Средне-русское Белогорье/ Мильков Ф.Н.// Ф.Н. Мильков, В.Б. Михно, А.В. Бережной и др. - Воронеж, изд-во Воронежского университета, 1985, 286с.
2. Биологические объекты в палеодокембрии (на примере Воронежского кристаллического массива и Кольского полуострова) . Жабин А.В. // А.В. Жабин , Д.А. Дмитриев, В.И. Сиротин. – LapLambertAcademicPublishingRu, 2018, 65с.

Annotation. Don river is the main waterway of the Voronezh region. Its vast valley was called Pridonye. This territory is not only remarkable for its geographical location - confined to the favorable for living flat forest-steppe zone. By this, but also by many other features related by its origin to the history of geological development and the history of human civilization. The Pridonye is distinguished by unusually picturesque landscapes, the originality of which is given by the snow-white steep cliffs of the root right bank, composed of chalk formations of the most bizarre form. The latter owe their origin to erosion and karst, but not only. There are signs of involvement in this and endogenous processes. The river valley is embedded in the deep Pavlovsk-Mamonovsky trough, separating the two main geological structures of the Central Russian antecline and the Oksko-Don depression. The deflection geoactivity is confirmed by geological and geophysical data. The Don region is also distinguished by many places of interest also to geographers, biologists, archaeologists, so most of the natural monuments in the region are concentrated here. The authors have the idea of forming, on their basis, the Donskoy Ecogeopark, which is larger in the rank of protected areas.

Keywords: Voronezh region, Don river, landscape, erosion, karst, geoactive zones, specially protected areas.

УДК 504.54; 551

СИСТЕМАТИКА ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.А.Королёв, va-korolev@bk.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии, Москва, Россия

Аннотация. Изложены различные варианты систематики эколого-геологических систем, основанные на разных классификационных критериях.

Ключевые слова: эколого-геологическая система, систематика, иерархия, факторы формирования

Вопрос о систематике эколого-геологических систем (ЭГС) во многом до сих пор остается открытым, несмотря на имеющиеся работы по этой проблеме [6]. Рассмотрим подходы к систематике ЭГС, которые базируются на различных критериях [3].

Во-первых, систематику *природных* ЭГС можно построить на основе учета их *иерархии* (таблица 1). Очевидно, аналогичным образом может быть построена иерархическая классификация и искусственных ЭГС.

Во-вторых, систематика ЭГС может быть построена по факторам их формирования. Согласно Н.Ф.Реймерсу[5] биосфера в настоящее время состоит из экосистем трёх типов: а) *естественно-природных* самовосстанавливающихся образований или систем, поддерживающих экологический баланс (гомеостаз) на планете и в её регионах и обеспечивающих существование человечества как генетически обусловленного социально-биологического существа; б) *природно-антропогенных* образований или систем типа сельскохозяйственных полей, других культурных ландшафтов, не обладающих свойством длительного самоподдержания (квазиприродных систем); в) чисто *антропогенных* конструкций или систем населенных мест и промышленно-

хозяйственных объектов (артеприродной среды), не обладающих устойчивостью и быстро разрушающихся без поддержки человека.

Таблица 1.

Иерархические уровни организации эколого-геологических систем

Уровень иерархии	Иерархические типы ЭГС	Критерии выделения ЭГС				
		Геологическое строение (литотоп)	Эдафотоп	Рельеф	Фитоценоз	Зооценоз
I. Элементарный	МоноЭГС	Массив I-го порядка (однородная грунтовая толща)	Элементарный эдафотоп (почва одного подтипа, сочетание родов, видов и разновидностей почв)	Элементарная форма рельефа	Однородный фитоценоз (монофитоценоз, растительная ассоциация)	Однородный зооценоз
II. Локальный	МезоЭГС	Массив II-го порядка (сложные грунтовые толщи)	Локальный эдафотоп (почва одного типа)	Гетерогенные мезоформы рельефа	Сочетания фитоценозов (мезофитоценоз – группы ассоциаций)	Сочетания зооценозов
III. Региональный	МакроЭГС	Массив III-го порядка	Региональный эдафотоп (сочетание типов почв)	Макроформы рельефа, сочетания мезоформ	Комплексы фитоценозов (макрофитоценоз - формации)	Комплексы зооценозов, биофилотические области
IV. Надрегиональный	Надрегиональные ЭГС	Геологические формации	Надрегиональный эдафотоп (сочетание отделов и створов почв)	Рельеф континентов и океанов	Группы, классы и тип растительной формации	Биофилотические царства
V. Глобальный	Биосфера	Литосфера Земли	Глобальный почвенный покров	Глобальный рельеф Земли	Глобальный фитоценоз	Глобальный зооценоз

В соответствии с этим и с учетом соотношения природного и антропогенного факторов формирования ЭГС можно говорить о подразделении ЭГС по крайней мере на четыре типа (таблица 2): 1) *природные* ЭГС; 2) *техно-природные* ЭГС; 3) *природно-техногенные* и 4) *техногенные* (антропогенные) ЭГС. Первые формируются под действием только природных факторов независимо от человека. Пока это самые распространенные ЭГС на Земле. Вторые и третьи¹ представляют собой изначально природные системы, которые затем были видоизменены под влиянием техногенеза, т.е. это техногенно преобразованные ЭГС. К техно-природным относятся ЭГС, в составе которых техногенные компоненты занимают менее половины, а к природно-техногенным – ЭГС, в которых техногенные компоненты преобладают над природными. К таким системам относятся ЭГС, формирующиеся на техногенно освоенных и техногенно нарушенных территориях. Их количество постоянно увеличивается на Земле. Четвертый тип ЭГС представляет собой искусственные системы, которые полностью были созданы человеком. К таковым относятся антропогенные ЭГС на территориях, занятых сельским хозяйством (сельскохозяйственные поля, тепличные комплексы, садоводческие комплексы и т.п.), а также рекреационные зоны на урбанизированных территориях, созданные в результате ландшафтного дизайна (искусственные газоны, скверы, парки и т.п.).

В системном анализе часто системы, созданные или преобразованные человеком, называют *физическими системами*[4], противопоставляя их природным системам. Таким образом, рассмотренные выше ЭГС, сформированные под влиянием антропогенных факторов, - относятся к физическим (реальным) системам.

Наряду с этим в системном анализе выделяют и *абстрактные системы* – не содержащие физических элементов, а представляющие собой некоторую идеализацию, как продукт деятельности человеческого сознания. К ним можно отнести абстрактные или *идеальные ЭГС*.

Дальнейшее подразделение ЭГС по происхождению или факторам формирования (см. табл.2) может осуществляться по иерархическим уровням в соответствии с классификацией, показанной в табл.1. Следует добавить, что управляемыми природные ЭГС в строгом смысле

¹ Отметим, что названия «техно-природные» и «природно-техногенные» строятся по правилам русского языка: на первом месте стоит второстепенный признак, на втором – главный.

быть не могут, поскольку как только в природной ЭГС появляется система управления (т.е. техническая система), такая система уже будет являться техно-природной или природно-техногенной.

Таблица 2.

Классификация ЭГС по факторам формирования

Эколого-геологические системы														
Природные					Техно-природные			Природно-техногенные			Техногенные (антропогенные или искусственные)			
1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	1	2	3	

Примечание: 1 – моно-ЭГС; 2 – мезо-ЭГС; 3 – макро-ЭГС; 4 – надрегиональные ЭГС; 5 - биосфера

Далее, по *полноте компонентов*, составляющих данную ЭГС, они могут подразделяться на 1) *полные* ЭГС; и 2) *неполные* ЭГС (рис. 1а и 1б, соответственно). В полных ЭГС имеются все составляющие их подсистемы: для природных ЭГС — это литотоп, эдафотоп, микробоценоз, фитоценоз и зооценоз; для не природных ЭГС – это те же компоненты с прибавкой социума и объектов техносферы. В не полных ЭГС один или несколько компонентов могут отсутствовать. При этом такое деление может проявляться на разных иерархических уровнях.

Например, природными неполными ЭГС являются однородные эколого-геологические системы пустынь или полупустынь, в которых могут отсутствовать почвы (эдафотопы) и фитоценозы, придающие им безжизненный вид. Неполные ЭГС широко распространены в горноскладчатых областях, на территориях, где отсутствует почвенный покров (эдафопот) и фитоценозы. Классический пример неполной ЭГС – пустыня Атакама в Чили, где отсутствие влаги привело к тому, что в некоторых её районах можно говорить лишь о наличии литотопа; все остальные компоненты ЭГС, такие как эдафотоп, микробоценоз, фитоценоз и зооценоз, здесь полностью отсутствуют. Строго говоря, такая система не может рассматриваться как экосистема, т.к. в ней отсутствует жизнь. Большинство территории Антарктиды тоже представляют собой подобные системы. Также неполными являются многие искусственные ЭГС, например, тепличные ЭГС (парниковые), в которых может отсутствовать литотоп, заменяемый искусственным основанием (гидропоника), и зооценоз.

Наряду с этим, ЭГС могут подразделяться *по видам компонентов* в них участвующих, например, по типам почв, по типам пород литотопа – массива горных пород, на которых формируется система, их генезису и т.д. Классификация искусственных моно- и мезо-ЭГС антропогенных массивов, учитывающая генетические особенности (происхождение) техногенных массивов пород, показана в табл.3.

По природным условиям формирования ЭГС они могут быть двух типов: 1) *сухопутные* ЭГС и 2) *водные* (или аквальные) ЭГС моно-, мезо- и макроуровня (см. выше таблица 1).

Кроме того, моно- и мезо-ЭГС можно подразделять по типам их основных подсистем (компонентов). Так, например, по геологическим *особенностям литотопа* и поверхностным отложениям, слагающим верхнюю часть геологического массива *сухопутных* систем, на которой может формироваться эдафотоп, можно выделять следующие типы ЭГС: 1) ЭГС массивов скальных пород (а - магматических; б – метаморфических; в – осадочных сцементированных); 2) ЭГС массивов дисперсных пород (а – крупнообломочных; б – песчаных; в – лёссовых (пылеватых); г – глинистых; д – торфяных и т.п.); 3) ЭГС массивов мёрзлых пород (а -морозных; б – мерзлых и т.п.). В качестве примера природных ЭГС на песчаных массивах в таблица 4 приводится их классификация [7].

Аналогично для *водных* (аквальных) моно- и мезо-систем можно выделить следующие типы ЭГС: 1) аквальные ЭГС массивов скальных пород (а - магматических; б – метаморфических; в – осадочных сцементированных: абиогенных и биогенных, включая строматолиты, биогермы, коралловые рифы и пр.); 2) аквальные ЭГС массивов дисперсных пород (а – крупнообломочных; б – песчаных; в – лёссовых (пылеватых); г – глинистых; д – торфяных и т.п.); 3) аквальные ЭГС массивов мёрзлых пород (в том числе, содержащие газогидраты и т.п.).

Таблица 3.

Классификация искусственных ЭГС антропогенных массивов

Тип массива	Подтип массива	ЭГС
Намывной	Песчаный Глинистый	Намывного массива
Насыпной	Крупнообломочный Песчаный Глинистый	Насыпного массива
Отвальный	Сухой и мокрый Выделяются по составу отвала	Отвала
Хвостохранилищный	Выделяются по составу «хвостов» (шлама)	Хвостохранилища
Полигон ТБО	Выделяется по возрасту	Свалочная
Сельскохозяйственный	Выделяется по агротехнике	Сельскохозяйственная
Рекреационный	Технозёмный	Ландшафтно-дизайнерская

Для водных мезо-ЭГС также важно учитывать проточность водоёма и его солёность. Поэтому среди них можно выделять: 1) транзитные мезо-ЭГС (рек и постоянных водотоков); 2) аккумулятивно-транзитные мезо-ЭГС (проточных озёр); и 3) аккумулятивные (озёрные) мезо-ЭГС.

Классификация техно-природных ЭГС должна строиться с учетом вида инженерно-хозяйственного воздействия на литотоп, степени его преобразования, загрязнений и т.п., а также с учетом техногенного воздействия на другие компоненты ЭГС: рельеф, почвы, фито- и зооценозы.

Классификации ЭГС по преобладающим типам почв или по типам эдафотопов может быть построена с учетом различий и особенностей почв, формирующихся на вышерассмотренных литотопах. Не менее важное подразделение ЭГС может быть построено на базе *учета рельефа* её территории. Наконец ЭГС могут выделяться на базе *учета особенностей фитоценозов и зооценозов*. При этом в экологии в целом, и в биоценологии в частности, считается [2], что систематику биоценозов целесообразнее строить на основе фитоценологии, поскольку именно растительность выступает наиболее удобным индикатором всего биотического сообщества рассматриваемой ЭГС.

Кроме того, ЭГС можно классифицировать с точки зрения их однородности или неоднородности параметров (независимых переменных), их характеризующих. Г.К.Бондарик[1] на основе критерия однородности выделял два типа ПТС: однородные и неоднородные. Аналогичным образом можно выделять и два типа ЭГС: *однородные и неоднородные*.

Таблица 4.

Типы природных эколого-геологических систем песчаных

Тип ЭГСП	Тип литотопапесчаного	Гидротоппесчаный	Атмотоппесчаный	Эдафотоппесчаный	Преобладающий биоценозпесчаный
Сухопутный	Речных террас	а) подземных вод; б) зоны аэрации	Зональной тепло-влажностности	Развитый	Сухопутный псаммофитоценоз
	Морских террас			Развитый	То же
	Флювиогляциальных толщ			Развитый	То же
	Эоловых толщ пустынь и полупустынь		Низкой влажной и высокой теплообеспеченности	Отсутствует или слабо развитый	Сухопутный псаммозооценоз
	Кор выветривания		Зональной тепло-влажностности	Отсутствует или слабо развитый	Сухопутный псаммофитоценоз
	Прибрежных пляжей			Отсутствует	Сухопутный псаммомикробиоценоз
	Вулканогенно-			Отсутствует	Сухопутный псаммофи-

	осадочных толщ			или слабо развитый	тоценоз
Аквальный (подводный)	Донных аллювиальных толщ	Полного водонасыщения	Зональной теплообеспеченности	Отсутствует	Пресноводный псаммомикробиоценоз, псаммофито- и зооценозы
	Донных озерных толщ				Пресноводный псаммомикробиоценоз, псаммофито- и зооценозы
	Донных морских толщ				Морской подводный псаммомикробиоценоз, псаммофито- и зооценозы

Первые характеризуются тем, что её независимые переменные состояния (a_{ii}) в любой заданный момент времени (t) можно представить в виде оценки среднего значения - $a_{ii(\text{средн})}$, т.е. - в виде однородного поля этих параметров. Вторые, или неоднородные ЭГС, характеризуются неоднородными полями состояния, их нельзя представить средними значениями независимых переменных состояния, напротив они являются и функциями времени (t), и функциями пространственных координат (x, y, z) в этой системе, т.е. $a_{ii} = f(t, x, y, z)$.

Таким образом, предложенные варианты систематизации ЭГС строятся на учете различных классификационных критериев, учитывающих наиболее важные особенности этих систем.

Список литературы

1. Бондарик Г.К. Геокибернетика - инструмент диагностики и прогнозирования состояний природных и природно-технических систем. – Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2012, №4, с. 364-370
2. Второв П.П., Дроздов Н.Н. Биogeография: уч. для вузов – М.: Изд-во ВЛАДОС-Пресс, 2001. – 304 с.
3. Королёв В. А. Состав, структура и классификация эколого-геологических систем // Ломоносовские чтения-2019. Секция "Геология". — МГУ, Москва [электронный ресурс] <https://conf.msu.ru/rus/event/5604/>, 2019. С. 1–3.
4. Лоусон Г. Путешествие по системному ландшафту / Пер. с англ. под ред. В.К.Батоврина. – М.: ДМК Персс, 2014, 368 с.
5. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Журнал «Россия Молодая», 1994. – 367 с.
6. Трофимов В.Т. Эколого-геологическая система, ее типы и положение в структуре экосистемы // Вестник Моск. ун-та. Серия 4. Геология. 2009, №2. С.48-52;
7. Трофимов В.Т., Королев В.А. Массивы песчаных грунтов как объекты эколого-геологических исследований. // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2018. № 2. С. 59–65.

SYSTEMATIC OF ECOLOGY-GEOLOGICAL SYSTEMS

V.A.Korolyov, e-mail: va-korolev@bk.ru

Moscow State University Lomonosov, Geological Faculty, Department of Engineering and Environmental Geology, Moscow, Russia

Abstract. Various variants of systematics of ecological-geological systems, based on different classification criteria, are presented.

Keywords: ecological-geological system, systematics, hierarchy, factors of formation

РОЛЬ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЕРМОФОРМ РТУТИ В ЗОНЕ ГИПЕРГЕНЕЗА СУЛЬФИДНЫХ РУД ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХРЕБТА ХУАН ДЕ ФУКА

*Л.Н.Лучшева, luch@mail.ru, Ю.И.Коновалов, В.Б.Курносков
Геологический институт РАН, Москва, Россия*

Аннотация. Выявлена высокая изменчивость содержания термоформ ртути в зависимости от особенностей природных геохимических процессов, протекающих в настоящее время в зоне современного сульфидного рудообразования. Впервые установлена роль поведения различных термоформ ртути в отражении реальной геохимической обстановки в зоне современного океанического рудообразования. Установлена индикаторная роль ртути в геологических процессах, обусловленная высокой изменчивостью содержания ее термоформ.

Ключевые слова: геохимические барьеры, термоформы ртути, рифты, гидротермальное рудообразование, срединно-океанические хребты.

Геохимические барьеры широко развиты в природной среде и привлекают внимание исследователей при изучении процессов осаждения элементов из вод и условий рудообразования. Геохимические барьеры – это участки резкой смены геохимической обстановки, обусловленной различными причинами и вызывающей изменение условий миграции и концентрацию химических элементов. Начало разработки теории о геохимических барьерах было положено А.И.Перельманом [7].

Наиболее изучены геохимические барьеры, формирующиеся на разных участках ландшафтной сферы. Барьеры, образующиеся в осадочных морских толщах, изучены гораздо меньше. В частности, изучение геохимических барьеров, формирующихся в морских осадочных породах районов с современной гидротермальной активностью, имеет большое значение для поисков сульфидных рудных месторождений. При этом полнее раскрывается картина формирования микрокомпонентного состава сульфидных залежей разного возраста и более правильным формируется подход к интерпретации геохимических данных.

Ртуть относится, как известно, к наиболее подвижным "сквозным" химическим элементам и фиксируется в продуктах всех этапов процесса рудообразования [9]. Мощным фактором эндогенного привноса ртути являются гидротермальные процессы в районах рифтовых зон океана, где происходит современное образование сульфидных руд [12, 11; 2]. Однако данных о содержании ртути в осадочных породах гидротермальных районов очень мало, а сведения о термоформах ртути практически отсутствуют. Поэтому исследование геохимического поведения ртути и ее термоформ, как одного из наиболее чувствительных индикаторов скрытого оруденения, является одним из новых и актуальных направлений современной геохимии.

Термоформы ртути, содержащиеся в минералах имеют определенные температурные интервалы выхода. Они условно обозначаются как свободная (СВ), хлоридная (ХЛ), физически сорбированная (ФС), химически сорбированная (ХС), сульфидная (СФ) и изоморфная (ИЗ). Методом термической атомно-абсорбционной спектрофотометрии для термоформ ртути установлены интервалы температур их выхода: СВ - (150-160°C), ХЛ - (170-200°C), ФС - (190-290°C), ХС - (250-320°C), СФ - (320-400°C), ИЗ - (400-1000°C) [10, 5].

Наши исследования проведены на гидротермальное поле "DeadDog", расположенном в Срединной Долине хребта Хуан де Фука, которая относится к районам с современным гидротермальным рудогенезом в пределах зоны активного спрединга [11]. Гидротермальное поле "DeadDog" расположено в зоне с высоким тепловым потоком (4–20 W/m²) и горячими источниками с температурой 234-276°C. В этом районе в 139-м рейсе "JOIDES Resolution" по международной Программе океанского бурения (ODP) пробурено несколько скважин, в том числе и

изученная нами скважина 858В. Данная скважина вскрыла толщи осадков мощностью около 40 м и расположена на вершине сульфидного холма, непосредственно в зоне восходящего потока гидротермального флюида (рисунок 1).

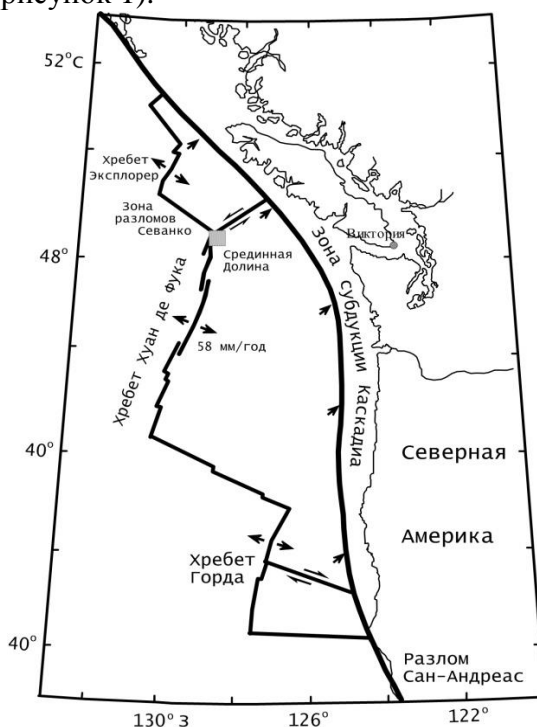


Рис. 1. Структурно-тектоническая схема Срединной долины хребта Хуан де Фука.

Нами установлено, что исследованная осадочная толща, вмещающая зону современного гидротермального сульфидогенеза, представляет собой комплексный геохимический барьер - несколько наложенных друг на друга различных барьеров. Среди природных барьеров комплексные барьеры занимают, как известно, одно из первых мест по распространенности. Одним из проявлений деятельности барьеров этого типа является современное формирование залежей полиметаллических руд на дне ряда впадин Красного моря [1].

В районе нашего исследования эти барьеры сформировались, очевидно, в периоды тектоно-магматической активизации сульфидообразования, а также в промежутках между основными периодами рудообразования. Ряд сопряженных геохимических барьеров в осадочной толще мы выделили по распределению концентраций валовой ртути и ее термоформ, а также рудных и породообразующих элементов. Уровень содержания валовой ртути в данном районе очень высокий (до 3-10 мкг/г, что в 60-200 раз превышает ее кларк). Это благоприятно для изучения распределения термоформ ртути, так как некоторые из них могут иметь очень низкое содержание.

В районе исследования сульфидные руды зафиксированы на глубинах 11-12, 32 и 38 м в пределах трех минерализованных слоев, которые были сформированы, очевидно, в разные этапы рудообразования. Наиболее ярко рудная минерализация выражена в 1-м сульфидном слое с содержанием ртути 10.3 мкг/г, расположенном на глубине 11-12 м. Этот слой обогащен сульфидными элементами (Fe, S, Cu, Zn, Co, Pb, As, Se, Mo, Sb, Ag, Hg, Te, Au), а также U [4]. Уровни содержания большинства рудных элементов в двух других сульфидных слоях также заметно выражены по содержанию рудных элементов, особенно Cu и Zn. Содержание ртути в этих слоях понижено (0.24 мкг/г во 2-м слое и 0.51 мкг/г в 3-м слое), что обусловлено, по-видимому, процессами брекчирования и термометаморфизма (рисунок 2).

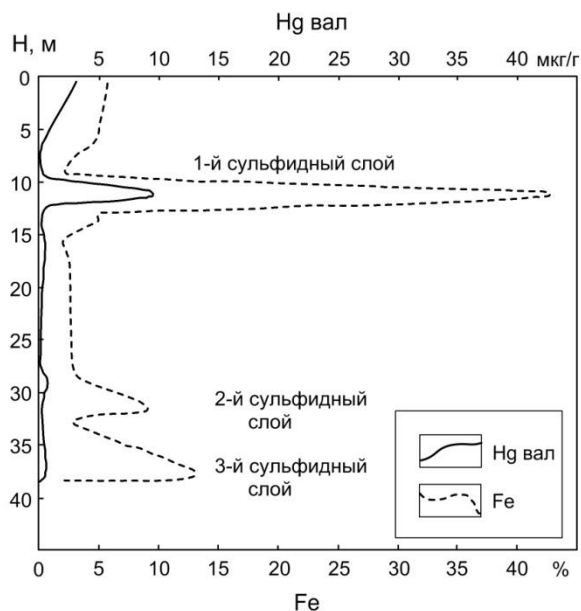


Рис. 2. Распределение ртути и железа в разрезе скважины 858В.

В изученной осадочной толще выявлено пять типов геохимических барьеров: восстановительный сульфидный, щелочной гидродолитический, восстановительный глеевый, сорбционный карбонатный, испарительный.

Восстановительный сульфидный барьер – данный тип барьера присущ всем слоям с сульфидной минерализацией и с повышенным содержанием элементов, образующих сульфиды. На основании термоспектров ртути нами сделан вывод, что наиболее близкие геохимические условия наблюдаются в 1-м и 3-м сульфидных слоях, где значительно преобладает содержание ИЗ формы ртути (52-64%). Это позволяет предполагать, что данные продуктивные слои изолированы от агрессивного воздействия внешних грунтовых растворов. Данный вывод подтверждается преобладанием в термоспектре ИЗ формы ртути, которая устойчива только в изолированных геологических системах.

Во 2-м сульфидном слое (гор. 32 м) ИЗ форма, напротив, полностью отсутствует, а доминирующими являются ХС (44%) и СФ (26%) формы ртути. Повышенное содержание этих форм свидетельствует об активных процессах разрушения первичных сульфидных минералов, их перекристаллизации и образовании сульфида ртути - киновари. В этом слое наблюдается значительное изменение элементного состава осадков, что может быть обусловлено интенсивным выносом ряда анионогенных элементов за пределы слоя, в частности урана. Данный сульфидный слой расположен в пределах брекчированной толщи пород (27–32 м), проницаемой для грунтовых растворов, содержащих морскую воду. Вследствие этого в данном сульфидном слое активно протекают, по-видимому, процессы бактериальной сульфатредукции с образованием бактериальной биомассы и гумуса. Эти факторы способствуют интенсивному гидродолитическому растворению кремния из вмещающих пород и образованию азотно-щелочных вод, которые могут просачиваться в вышележащие слои осадочной толщи. Действительно, щелочные воды, поднимающиеся из 2-го сульфидного слоя, активно выносятся за его пределы ряд анионогенных элементов, которые постепенно осаждаются, по мере нейтрализации вод [3].

Щелочной гидродолитический барьер сформирован на гор. 27-29 м, сразу за пределами 2-го сульфидного слоя в результате, очевидно, резкого понижения щелочности растворов, просачивающихся из данного слоя. На данном барьере происходит активное осаждение анионогенных элементов (V, Cr, Zr, Nb, Mo), а также гидроокислов Fe, Ca, Mg и некоторое количество U (6-10 мкг/г). В зоне этого барьера наблюдается резкое доминирование СФ формы ртути (60-80%). По мере подъема азотно-щелочные воды постепенно нейтрализуются и закисляются за счет накопления и разложения ОВ, а также гидрокарбонатных и сульфатных ионов.

Восстановительный глеевый геохимический барьер сформирован на гор. 13-18 м в зоне контакта щелочных и кислых глеевых вод. Щелочные воды содержат избыточное количество гидрокарбонатов, поэтому нестабильны. В таких водах карбонатное равновесие смещается в сторону разложения гидрокарбонатов и происходит отложение карбонатов [8]. Действительно в зоне нейтрализации щелочных вод (гор. 18 м) происходит выпадение в осадок карбонатов ряда элементов ($Fe_2CaMgMnCuZnPb$), а также активное осаждение основной массы урана (38 мкг/г). В зоне контакта щелочных вод с глеевыми водами (15-18 м) доминирует ХС форма ртути (60-62%), формирование которой можно объяснить активным образованием кристаллов карбонатов, а также, отчасти, сульфатов и фосфатов, уровень содержания которых заметно повышен.

В кислой среде глеевого барьера происходит интенсивное окремнение пород. Это может быть обусловлено полимеризацией и коагуляцией кремнекислоты вместе с гуминовыми кислотами, источником которых могут быть азотно-щелочные воды [6]. Характерной особенностью термоспектра ртути в данной зоне может быть значительное увеличение доли ФС формы (28-40%) и ХЛ формы ртути (17-22%). Увеличение содержания данных форм ртути может быть обусловлено активной сорбцией аморфным кремнеземом ФС ртути и избирательным захватом ХЛ формы ртути, молекулы которой находятся в недиссоциированном состоянии.

Сорбционный карбонатный геохимический барьер сформирован в верхней части изученной нами осадочной толщи (гор. 6-9 м) в зоне формирования «железной шляпы», где происходит образование карбонатной толщи с выносом и окислением восстановленных форм железа из 1-го сульфидного слоя. В этой зоне резко доминирует ХС форма ртути (48-65%) за счет формирования кристаллов карбонатных минералов, а также значительное содержание ИЗ формы (15-35%) за счет интенсивного минералообразования.

Испарительный геохимический барьер сформирован вблизи поверхности морского дна (гор. 0.6 м), за счет интенсивного испарения грунтовых вод и гидротермальных источников с температурой 234-276 °С. На этом барьере преобладает ХС форма ртути (93%), образующаяся за счет интенсивного испарения и кристаллизации минералов из морской воды. В этой зоне зафиксировано повышенное содержание не только валовой ртути (3.1 мкг/г), но также золота (0.04 мкг/г), что характерно для зон кипения гидротермальных растворов [13].

Таким образом, наши исследования являются отражением реальной геохимической обстановки в зоне морского современного рудообразования. Они выявили высокую изменчивость содержания термоформ ртути в зависимости от особенностей природных геохимических процессов, протекающих в настоящее время в зоне современного сульфидного рудообразования. Это подтверждает высокие индикаторные особенности поведения ртути в геологических процессах, которые обусловлены высокой изменчивостью содержания ее термоформ. В целом поведение ртути обусловлено геохимической экологической функцией литосферы, которая может трансформироваться в негативную сторону под влиянием техногенеза. Поэтому знания о поведении ртути и роли геохимических барьеров в самоочищении и сохранении природной среды очень важны.

Список литературы

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия М. Логос, 2000. 614с.
2. Богданов Ю.А., Лисицын А.П., Сагалевиц А.М., Гурвич Е.Г. (2006) Гидротермальный рудогенез океанского дна. М.: Наука, 527 с.
3. Крайнов С.Р., Швеиц В.М. (1980) Основы геохимии подземных вод. М.: Недра, 285 с.
4. Курносое В.Б., Лучшее Л.Н., Коновалов Ю.И. (2018) Ртуть в осадочном покрове и базальтах фундамента в районе современной гидротермальной активности в Срединной Долине хребта Хуан де Фука. *Литология и полезные ископаемые* (5), 397-416.
5. Машьянов Н.Р. (2015) Ртуть как глобальный загрязнитель: международные проекты и гранты / earth.spbu.ru/netcat_files/userfiles/scientific...Hg_projects-Mashianov.pdf

6. Офицеров Е.Н., Рябов Г.К., Убаськина Ю.А., Климовский А.Б., Фетюхина Е.Г. (2011) Кремний и гуминовые кислоты: моделирование взаимодействий в почве. *Известия Самарского научного центра РАНТ*. 13. 4(2), 550-557.
7. Перельман А.И. (1961) Геохимия и ландшафты. М.: Знание, 48 с.
8. Таубе П.Р., Баранова А.Г.. Химия и микробиология воды. М.: Высш. шк. 1983. 280 с.
9. Федорчук В. П., Минцер Э. Ф. (1990) Геологический справочник по ртути, сурьме, висмуту. М.: Недра, 211 с.
10. Таусон В.Л., Зубков В.С., Меньшиков В.И. (1994) Формы нахождения ртути в минералах ртутной рудной формации. *Геологияи геофизика* 35 (1), 54-69.
11. Davis E.E., Villinger H. (1992) Tectonic and thermal structure of the Middle Valley sedimented rift, northern Juan de Fuca Ridge. *Init. Repts.* 139: College Station, TX (ODP), 9-41.
12. Koski R.A., Normark W.R., Morton J.L. (1985) Massive sulfide deposits on the southern Juan de Fuca Ridge: Results of investigations in the USGS study area, 1980-1983. *Marine Mining* 5(2), 147-164.
13. Lawless, J V; White, P J; Bogie, I; Andrews, M J; 1995: Tectonic features of Sumatra and New Zealand in relation to active and fossil hydrothermal systems: a comparison. Proceedings of the 1995 PacRim Congress (J L Mauk and J D St George, Eds.), AusIMM: 311-316.

THE ROLE OF GEOCHEMICAL BARRIERS IN THE DISTRIBUTION OF THERMOFORMS OF MERCURY IN THE HYPERGENESIS ZONE OF SULFIDE ORES OF HYDROTHERMAL DEPOSITS OF THE JUAN DE FUCA RIDGE

L.N. Luchsheva, lluch@mail.ru, Yu.I. Konovalov, V.B. Kurnosov
Geological Institute RAS Moscow Russia

Abstract. The indicator role of various thermoforms of mercury in the reflection of the re The high variability of the content of various thermoforms of mercury has been revealed depending on the characteristics of various natural geochemical environments currently being created in the sedimentary layer of the zone of modern sulphide ore formation. al geochemical situation in the zone of modern ore formation in the ocean has been established. It is established that the behavior of mercury is due to the geochemical ecological function of the lithosphere, which can be transformed in a negative direction under the influence of technogenesis.

Keywords: geochemical barriers, oceanic ore formation, mid-ocean ridges, rifts, thermoforms of mercury

УДК 57.056

**ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ МАНГРОВЫХ ЛЕСОВ
 В ДЕЛЬТЕ МЕКОНГА (ВО ВЬЕТНАМЕ)**

В.О.Мокиевский¹, Тон Шон²

¹ *Институту Океанологии П.П.Ширшова*

² *Университет Донг Тхан, Вьетнам*

Аннотация. Дельта Меконга имеет самую большую площадь мангровых лесов во Вьетнаме 91349 га, что занимает более 54% общей площади мангровых лесов страны в 2014 году, распределение главным образом вдоль рек и прибрежных районов. Существует 98 видов мангровых растений, из которых 32 вида настоящих мангров и 66 видов – ассоциированные виды. Экологические факторы влияют на рост и развитии мангровых лесов, таких как температурата, осадки, соленость, прилив, почва, и другие. Мангры в дельте Меконга меняются в отрицательном направлении, что отражает снижение площади и качества лесов. В дельте Ме-

конга существует много причин деградации мангровых лесов, таких как преобразование цели землепользования, эрозия, незаконная эксплуатация и другие.

Ключевые слова: мангровые леса, дельта реки Меконг, климатические факторы, деградация лесов, эксплуатация.

1. Обоснование

В дельта Меконга, мангровый лес играет роль в защите побережья, предотвращении штормов, ограничении эрозии, расширении площади суши, регулировании климата. Мангры обеспечивают не только ценные лесные продукты, такие как древесина, дрова, уголь, танин, но также питание для водных видов, места обитания и гнездования многих видов птиц, водных животных, в том числе – редких видов. Однако, мангровые леса в дельте Меконга быстро исчезают, что сказывается на прибрежных экосистемах и населении. В дельте Меконга много опубликованных исследований мангровых зарослей, поэтому обзор результатов работы авторов имеет научные и практические толки.

2. Цели и объекты исследования

- **Цели исследования:** Обзор результатов работы исследователи, чтобы помочь автору получить базовые знания о мангровых зарослях в дельте Меконга, на основе которых автор выбирает соответствующее направление исследований.

- **Объекты исследования:** Мангровые леса в дельте Меконга (Вьетнама).

3. Содержание исследования

- Площадь, распределение и состав мангровых лесов в дельте Меконга.
- Экологические факторы влияющие на распределения и развития мангровых лесов в дельте Меконга.

- Изменение мангровых лесных ресурсов в дельте Меконга и причины.

4. Метод исследования

- Метод сбора и обработки материалы

- Метод синтеза материалы

- Метод полевых исследований

5. Результаты исследования

5.1. Площадь и распределение мангровых лесов в дельте Меконга

Дельта Меконга имеет самую большую площадь мангровых лесов во Вьетнаме 91349 га в 2014 году, что занимает более 54% общей площади мангровых лесов страны. В дельте Меконга, Камау имеет самую большую площадь мангровых лесов 65469 га, что занимает 71,6% мангровых зарослей в этом районе. А Тиензанг имеет самую маленькую площадь мангровых лесов 1512 га (занимает 1,6%). Распределение мангровых лесов по провинциям показано в следующей таблице:

Таблица 1

Распределение мангровых лесов в провинциях в дельте Меконга в 2014 году.[3]

Номер	Провинция	Площадь мангровые лесов, (га)	Процент для страны, (%)
1	Тиензанг	1512	0.89
2	Бенче	4147	2.45
3	Чавинь	7474	4.43
4	Шокчанг	5159	3.05
5	Баклиеу	2806	1.66
6	Камау	65469	38.8
7	Киензанг	4782	2.83
Всего		91349	54.11

Общая длина морских дамб в дельте Меконга составляет 1259 км, из которых 780 км имеют мангровые леса перед морской дамбой (около 62% общая длина морских дамб), а 479 км нет мангровых лесов перед морской дамбой (около 38% общая длина морских дамб):

Таблица 2

Распределение мангровых лесов в доль морских дамбы в дельте Меконга.[1]

№ п/п	Провинции	Общая длина морских дамб (км)	Лес перед морской дамбой		Нет леса перед морской дамбой (км)
			Длина (км)	Площадь (га)	
1	Тиензанг	137	77	1314	60
2	Бенче	173	83	1426	90
3	Чавинь	169	110	1426	59
4	Шокчанг	195	133	3505	62
5	Баклиеу	110	75	3479	35
6	Камау	246	135	21136	111
7	Киензанг	229	167	4723	62
В дельте Меконга		1259	780	37009	479

5.2. Состав мангровых лесов

В дельте Меконга насчитывается 98 видов мангровых растений, из которых 32 вида настоящих мангров и 66 видов –ассоциированные виды (таблица 3).

Таблица3

Распределение виды прибрежных мангровых растений в дельте Меконга (1999)[5], [9]

Область	Мангровые виды			Распределение главных видов
	Мангровых лесов	Связанные виды мангровых лесов	Всего	
Во Вьетнаме	36	70	106	
В дельте Меконга [9]	32	66	98	Rhizophoraapiculata, Rhizophoramucronata, Bruguierasexangula, Bruguieraparviflora, Ceriopsdecandra, Cerioplastagal, Avicennia alba, Avicennia marina, Sonneriacaseolaris, Sonneratia alba, Nypafruticans.

5.3. Экологические факторы влияющие на рост и развитие мангровых лесов в дельте Меконга

В природе, существует множество факторов влияющих на рост и развитие мангровых лесов, таких как температура, осадки, соленость, прилив, почва, топография, интенсивность света, и другие.

5.3.1. Температура

Мангры хорошо растут и развиваются в температурном диапазоне 25–28°C, и нет месяцев в году с средней месячной температурой ниже 20°C. Если средняя месячная температура ниже 16°C или выше 38°C, мангровых лесов нет.[6]

Дельта Меконга имеет благоприятные температурные условия для развития мангровых лесов. Средняя температура составляет 26–27°C, и в году нет месяцев средней температуры ниже 25°C. Самые высокие температуры в прибрежных районах дельты Меконга не превышают 37°C.[7]

Северный Вьетнам имеет холодную зиму (средняя месячная температура ниже 20°C) и жаркое лето (30–34°C), поэтому количество видов мангровых деревьев меньше и размер деревьев меньше, чем у южного Вьетнама.[6]



Рис 1: Мангры в Хайфонг, где зима холодная с средней месячной температурой ниже 20°C. Мангры растут медленно и небольшие.[6]



Рис 2: Мангры в Камау, где средняя температура в году превышает 25°C. Мангровые леса очень высокие.[Тон Шон]

5.3.2. Осадки

Мангры хорошо растут и развиваются в районах, где ежегодное количество осадков составляет от 1800 до 2500 мм/год. Если среднегодовое количество осадков составляет менее 1200 мм/год и есть глубокий сухой сезон, нет мангровых лесов или их очень мало [5]. Дельта Меконга имеет среднегодовое количество осадков 1500–2400 мм/год, что благоприятно для развития мангровых лесов.[7]

В регионах с меньшим количеством осадков, количество видов и размер мангровых деревьев уменьшилось. В прибрежных районах дельты Меконга среднегодовая температура между Камау и Тиензанг не сильно отличается (только 0,2°C), но осадки в Камау (2360 мм/год) намного выше, чем Тиензанг (1467 мм/год), мангровые леса в Камау богаче, размер дерева также больше.[7]



Рис 3: Мангры в Камау богатые, растут очень быстро. [Тон Шон]



Рис 4: Мангры в Тиензанг очень бедны, небольшие по размеру.[Тон Шон]

5.3.3. Соленость

Соленость является одним из наиболее важных факторов, влияющих на рост, выживаемость и распределение мангровых лесов. Мангры растут хорошо в местах, где соленость составляет от 10 до 25‰. Размер деревьев и количество видов уменьшались по мере увеличения солености (до 40–80‰) (Blasco, 1984). При солености 90‰ встречаются только виды рода *Avicennia*, но они растут очень медленно (Rao, 1986). Там, где соленость меньше 4‰, мангровых зарослей нет.

Средняя соленость в прибрежных районах дельты Меконга составляет 28–33‰ в сухой сезон, 14–25‰ в дождевой сезон, благоприятный для развития мангровых лесов. Вдали от устья соленость уменьшается.[4]



Рис 5: *Nipa fruticans* живут в солоноватой воде, где соленость составляет от 5 до 15‰ [6], [Тон Шон]



Рис 6: *Avicennia alba* является пионером, растущим в местах, где соленость составляет от 12 до 31‰ [5], [Тон Шон]

5.3.4. Режим прилива

Согласно Фан Нгуен Хонг, при условии климата и почвы не сильно отличается, в районах имеют неправильный полусуточный цикл мангровых лесов хорошо растут, чем в районах имеют неправильный суточный цикл.

Амплитуда приливов также влияет на распределение мангровых лесов. В дельте Меконга, где средняя высота приливов составляет 2–3 м, плоская топография, мангровые леса широко распространены и глубоко на сушу (устья Меконга, на востоке Камау). Напротив, районы с низкой приливной амплитудой (0,5–1 м), плохой перенос осадки и источники семян, мангровые леса распределены в очень узком диапазоне (прибрежный Киензанг, на западе Камау). [6]

Время приливного затопления: Неправильные полусуточные приливы с амплитудой от 2 до 4 м временем затопления от 3 до 4 часов в день, создают благоприятные условия для роста мангров. Если время затопления более 8 часов в день, мангровых зарослей нет.[9]

5.3.5. Почва

Мангры растут и развиваются лучше всего на гумусе и на глинистых почвах. Этот тип почвы обычно распространяется в бухтах, в устьях эстуарии, за мысами, в узких проливах или вдоль побережья с экранированными островами. На песчаных почвах мангровые заросли угнетены или отсутствуют.[9]

Мангровые леса в Баклиеу, Камау получают богатые питательными веществами осадки реки Меконг и осадки неглубокого морского района, поэтому дерево растет очень хорошо.



Рис 7: В прибрежной Тханьфу (Бенче) нет мангровых лесов на песчаной почве, там



Рис 8: Мангры в Датмуй (Камау) очень много, и хорошо растут на гумусе.[Тон Шон]

только *Casuarinaspp.* (PL).[Тон Шон]

5.4. Изменение мангровых лесных ресурсов в дельте Меконга

5.4.1. Изменение площади мангровых лесов

Дельта Меконга имеет самую большую площадь мангровых лесов в стране. Однако, площадь мангровых лесов в дельте Меконга непрерывно уменьшается на протяжении многих лет, как показано в схеме на рисунке 9:

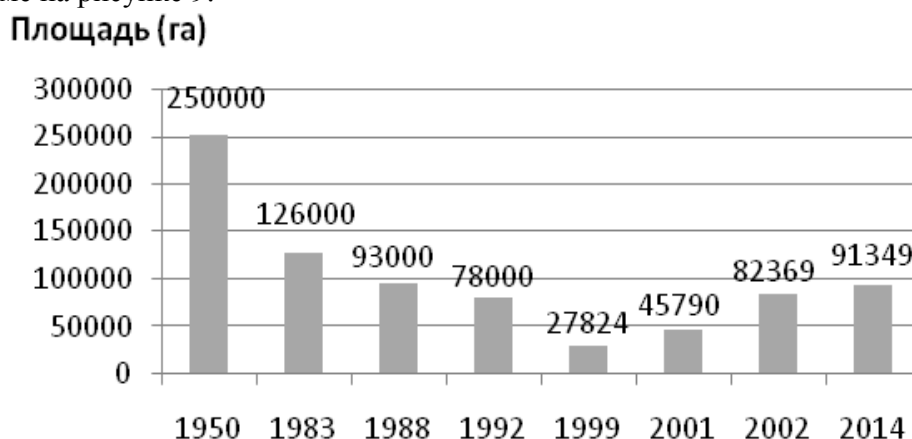


Рис. 9 Схема изменения площади мангровых лесов в дельте Меконга на протяжении многих лет.[10], [3]

В 2014 году площадь мангровых лесов составляла 91349 га, что занимает 54.1% от общей площади мангровых лесов в стране. Однако, по сравнению с 250000 гектаров леса более 50 лет назад, это скромная цифра. В период с 1950 по 2002 год площадь мангровых зарослей в этом районе уменьшилась на 80,4%, причем наибольшее снижение в 1950-1980-х годах.

Изменение площади мангровых лесов в некоторых провинциях в дельте Меконга в период 1945–2014, как показано в таблице 4:

Таблица 4

Изменение площади мангровых лесов в период 1945 – 2014 в некоторых провинциях в дельте Меконга.[10], [3]

Провинции	1945 год		2014 год		Изменение	
	Площадь мангровых лесов (га)	Лесной покров (%)	Площадь мангровых лесов (га)	Лесной покров (%)	Площадь мангровых лесов (га)	Лесной покров (%)
Бенче	48000	21,7	4147	1,7	- 43853	- 20,0
Чавинь	65000	29,2	7474	3,2	- 57526	- 26,0
Шокчанг	41000	12,7	5159	1,5	- 35841	- 11,2
Камау	140000	27,0	65469	12,5	- 74531	- 14,5

5.4.2. Изменение качество мангровых лесов

Качество мангровых лесов в дельте Меконга также серьезно снижается, что отражает снижение площади естественного мангрового леса. В течение 10 лет, площадь естественного мангрового леса сократилась 84100 га (с 131800 га в 1983 году до 47700 га в 1993 году). Между тем, площадь земля нет мангровых лесов увеличилась с 346800 га до 395000 га [Доклад о статистике лесов в 1984, 1994 годах]. К 2014 году площадь естественного мангрового леса составляла всего 12541 га, что на 35159 га меньше, чем в 1993 году. Таким образом, в течение 31 лет площадь естественного мангрового леса исчезла до 119259 га.

В последние годы, общая площадь мангровых лесов увеличилась, но можно подтвердить, что площадь мангровых лесов в дельте Меконга изменяется отрицательно из-за увеличения площади посаженного леса (с 1983 до 2001 год увеличился на 4547 га).[10]

Кроме того, сокращение мангровых лесных ресурсов отражается в изменениях в структуре леса. Это постепенное снижение высоты, лесной покров, а также диаметр дерева.

Площади естественного леса и посаженного леса в некоторых провинциях в дельте Меконга в 2014 году.[11]

Провинции	Естественный лес (га)	Посаженный лес (га)	Общий (га)
Тиензанг	0	1512	1512
Бенче	1272	2875	4147
Чавинь	1599	5875	7474
Шокчанг	1332	3827	5159
Баклиеу	1328	1478	2806
Камау	6205	59265	65470
Киензанг	805	3977	4782
Общий (га)	12541	78809	91350

5.5. Причины сокращения площади мангровых лесов в дельте Меконга

Существует множество причин деградации площади мангровых лесов в дельте Меконга, здесь три основные причины:

5.5.1. Преобразование цели землепользования

Процесс преобразования площади почвы мангровых лесов в прибрежных провинциях в дельте Меконга в аквакультуру, сельскохозяйственные земли, или другие цели показано на следующей диаграмме:

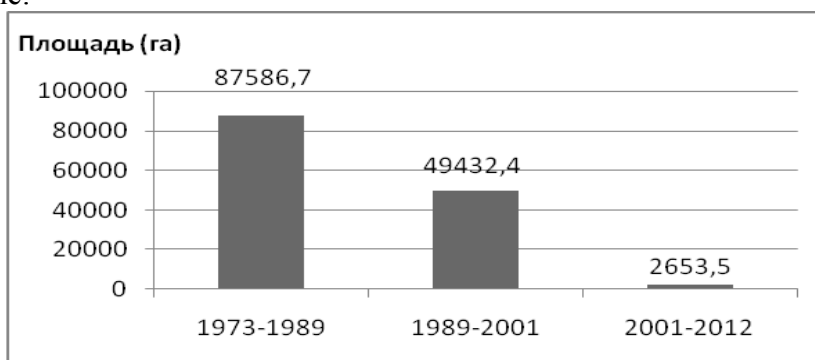


Рис 10: Диаграмма процесс преобразования площади почвы мангровых лесов в дельте Меконга для креветок, и другие целипо этапам [11]

В провинции Ка Мау, в период с 2006 по 2012 год конверсия использования лесных угодий произошла в 23 проектах и работах общей площадью 535.42 га. Из них строительство инфраструктурных проектов было перестроено на 207.05 га; 232.93 га на строительство дорог; строительные ирригационные водопроводы отняты 14.50 га и 3.44 га используется для промышленного строительства. Изменения в землепользовании составляют 11.25 га в лесу специального назначения; 59.74 га защитных лесов и 464.42 га производственных лесов.[Фам Чонг Тхинь, 2017]

В конце десятилетия 80 и начале десятилетия 90 годов, цена креветок на мировом рынке увеличилась, спрос на креветки был очень большим, поэтому люди в прибрежных провинциях дельты Меконга срубали мангровых лесов для креветок. В результате терялся больше мангровых лесов, а площадь прудов из креветок постоянно увеличивались.

В районе Нгок Хиен (Ка Мау), в течение 10 лет с 1982 по 1992 год площадь мангровых лесов уменьшилась примерно на 40000 га (48 процентов), а площадь прудов креветок увеличилась до более чем 30000 га, а население почти удвоилось [Бинг,1994]. С 1975 по 1990 год площадь мангровых лесов в провинции Ча Винь сократилась с 19 000 га до 5924 га из-за креветки.[Фам Чонг Тхинь, 2017]

В последние годы процесс очистки мангровых лесов для креветок значительно сократился. Причина в том, что экономическая эффективность креветки невелика, вместе с политикой мангрового управления государством

Таблица 6

Площадь солённой и солоноватой водной аквакультуры в прибрежных провинциях в дельте Меконга в переде 2001-2008.[2]

Провинции	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Повышение %/год
Тиензанг	4610	4617	5391	6430	6717	6662	6767	7196	6,57
Бенче	31303	32890	32154	36955	37366	35398	35858	35692	1,89
Чавинь	12752	15031	18938	23277	27722	38209	44044	41753	18,46
Шокчанг	49350	42373	50438	32842	55349	48088	49526	48406	-0,28
Баклиеу	86527	96239	110092	115616	116791	118095	119802	123077	5,16
Камау	217898	239398	248028	248174	248406	251856	248808	297147	4,53
Киензанг	27031	38241	52326	69321	82936	81613	84490	90253	18,8



Рис 11: Уничтожьте мангровые леса для креветок в дельте Меконга [Тон Шон]

5.5.2. Сокращение площади мангровых лесов из-за эрозии

В дельте Меконга, прибрежная эрозия происходит очень серьезно, вызывая потерю прибрежных мангровых лесов. Согласно докладу Министерства сельского хозяйства и развития сельских районов в 2017 году, в дельте Меконга насчитывается 44 эрозионных точек с общей протяженностью около 141,4 км. Скорость эрозии составляет от 5 до 45 м/год, что составляет около 500 га земли каждый год.

Таблица7

Количество эрозионных точек вдоль побережья дельты Меконга [11]

Провинции	Количество эродированных точек	Длина эродированных точек, (км)
Тиензанг	5	14,2
Бенче	6	21,1
Чавинь	7	16,9
Шокчанг	6	24,8
Баклиеу	6	17,9
Камау	7	31,9
Киензанг	7	14,6
Общий:	44	141,4

В последние годы, площадь мангровых лесов потерялась из-за эрозии постоянно растет, не только показывает количество эрозии, но и показывает уровень эрозии, особенно в контексте изменения климата и повышения уровня моря. Согласно докладу Департамента охраны лесов Ка Мау в 2011 году, с 2006 по 2010 год общая площадь мангровых лесов в провинции Ка Мау была потеряна из-за эрозии побережья 1868.3 га. Из них естественная лесная площадь составляет 632.6 га, а посаженная лесная площадь составляет 1235.7 га.[Фам Чонг Тхинь, 2017]

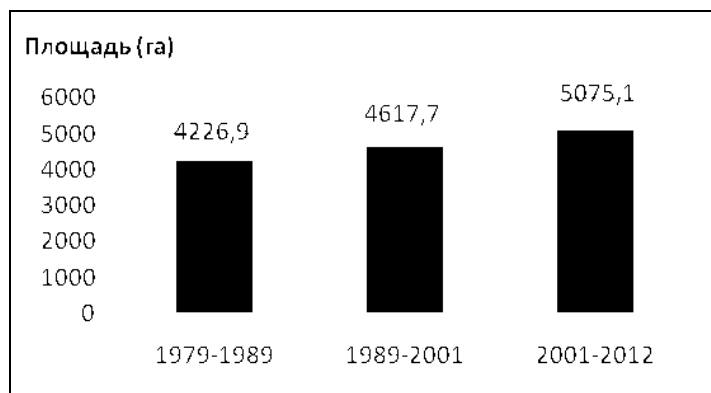


Рис 12: Площадь мангровых лесов потерялась из-за эрозии через периоды в дельте Меконга[11]



Рис 13: Прибрежные мангровые леса в Гоконгдонг(Тиензанг) размывались.[Тон Шон]

5.5.3. Сокращение площади мангровых лесов из-за незаконная эксплуатация

Дельта Меконга имеет относительно большое население, около 18 миллионов человек в 2016 году, что занимает около 20% населения страны. Люди здесь низкообразованные, экономик главным образом на сельском хозяйстве, рыболовстве и аквакультуре (около 80%). Поскольку они не узнали о важной роли мангровых лесов, они срубали мангровые леса для разных целей, особенно для креветок.

В последние годы, из-за население растет очень быстро, спрос на лесные товары для удовлетворения потребностей людей постоянно растет (используется в строительстве, строительстве лодок, дров, угля ...). Таким образом, прибрежные мангровые леса и в жилых районах срубаются очень распространены. Лес *Rhizophora apiculata* имеет высокую экономическую ценность, поэтому сильно сокращается.[11]С 2006 по 2011 год лесничий в дельте Меконга выявил и обработал 3797 случаев незаконной рубки леса. [Фам Чонг Тхинь, 2017]

Кроме того, сокращение площади мангровых лесов в дельте Меконга объясняется другими причинами: прибрежным рыболовством, строительством работ, поднятием уровня моря, уменьшение количества осадка реки Меконг.

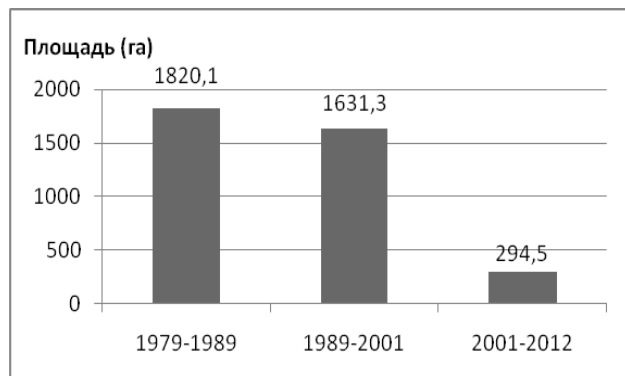


Рис 14: Площадь мангровых лесов потерялась из-за эксплуатации через периоды в дельте Меконга[11]

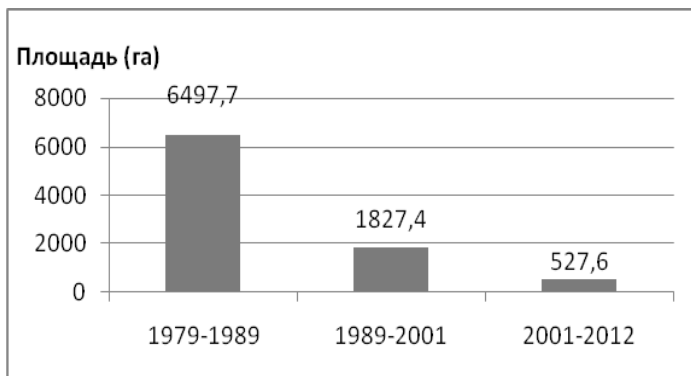


Рис 15: Площадь мангровых лесов потерялась из-за других причин через периоды в дельте Меконга[11]

6. Заключение

Так что, мангровые лесные экосистемы в дельте Меконга разнообразны и богаты 98 видами мангровых растений, из которых 32 вида настоящих мангров и 66 видов – ассоциированные виды, распределение главным образом вдоль рек и прибрежных районов. Однако мангровые леса в дельте Меконга быстро исчезают, что сказывается на прибрежных экосистемах и населении. Таким образом, исследования для поиска решений по восстановлению и развитию мангровых экосистем в дельте Меконга являются актуальными.

Список литературы

1. Буи Тхи Нга. Мангровые леса реагируют на изменение климата в дельте реки Меконг. Научный журнал Канто, 2014, № 04, с.11 – 14 \ на вьетнам. яз.
2. Буй Лай, Нгуен Шинь Хуи, Нгуен Мань Хунг, Тонг Фьюк Хоанг Шон, Нгуен Тхи Ким Лан, Фам Минь Тхань, Нгуен Суан Винь. Научная основа для дельты Меконга адаптации к изменению климата и повышению уровня моря. Издательство Хошиминский сельскохозяйственный, 2012,198.с \ на вьетнам. яз.
3. Ву Тан Фьюнг, Нгуен Тхи Ми Линь, Нгуен Ван Чьюнг, Дао Ле Хуен Чанг, Нгуен Хоанг Тиепи др. Строительство комплексных технических решений для устойчивого управления и развития береговые защитные леса в ответ на изменение климата. Министерство сельского хозяйства и развития сельских районов, 2016, 118.с \ на вьетнам. яз.
4. Доан Кань, Фам Миен, До Бич Лок, Чьюнг Канг Там, Ву Нгок Лонг. Оценить влияние социально-экономической деятельности на биоразнообразии мангровых зарослей в устьях и прибрежных районах на юге Вьетнама. Научный доклад 2e2, Хошиминский институт экологии и биологических ресурсов, 1994, 73.с \ на вьетнам. яз.
5. Нго Динь Хуе, До Динь Шам, Нгуен Нгок Бинь, Данг Чунг Тан, Фунг Тыу Бои и др. Восстановление и развитие мангровых лесов и мелалеука лес во Вьетнаме. Государственные научно-технические темы, издательство сельскохозяйственный Ханой, 2003, выпуск 1, 84.с \ на вьетнам. яз.
6. Нгуен Дуй Тоан, Нгуен Тхи Хоа, Нгуен Тхи Хаи Тхань. Изучение по разведению растений и посадки некоторых мангровых зарослей в прибрежном районе Ниньхоа, провинция Ханьхоа. Отчет по темам научных исследований, 2004, 83.с \ на вьетнам. яз.

7. Тон Шон. Разделение климата Намбо (на юге Вьетнама). Журнал науки Ханойского педагогического университета, 2012, № 03, с.166 – 174 \ на вьетнам. яз.
8. Фан Нуен Хонг, Чан Ван Ба, Виен Нгок Нам, Хоанг Тхи Шан, Ву Чунг Тан, Ле Тхи Че, Нгуен Хоанг Чи, Май Ши Туан, Ле Суан Туан. Мангровые Вьетнама. Издательство сельскохозяйственный Ханой, 1999, 205.с \ на вьетнам. яз.
9. Фан Нгуен Хонг, Нгуен Хоанг Чи, Ле Суан Туан. Устойчивое управление мангровыми экосистемами. Издательство Ханойский государственный университет, 2005, 177.с \ на вьетнам. яз.
10. Чан Тхи Хонг Ша, Ха Ван Хань. Преобразование мангровых лесных ресурсов в дельте реки Меконг и ориентация на сохранение и развитие. Научный журнал университета Хуе, 2008, № 48, с.135 – 142 \ на вьетнам. яз.
11. Чан Тхи Лой, Фам Минь Чьонг. Исследование причин деградации мангровых лесов и технологических решений по посадке мангровых лесов в эродированных прибрежных провинций в дельте Меконга. Издательство Министерство сельского хозяйства и развития сельских районов, 2015, 238.с \ на вьетнам. яз.

MANGROVE FOREST PERFORMANCE REVIEW IN THE MEKONG DELTA (IN VIETNAM)

V.O. Mokievsky¹, Shawn tone²
1 Institute of Oceanology P.P. Shirshova
2 Dong Thap University, Vietnam

Annotation. The Mekong Delta has the largest mangrove area in Vietnam, 91,349 ha, which occupies more than 54% of the country's total mangrove forest in 2014, distributed mainly along rivers and coastal areas. There are 98 species of mangrove restorations, of which 32 are real mangroves and 66 species are associated species. Environmental factors affect the growth and development of mangroves, such as temperature, rainfall, salinity, tide, soil, and others. Mangroves in the Mekong Delta are changing in the negative direction, which reflects a decrease in the area and quality of forests. In the Mekong Delta, there are many reasons for the degradation of mangroves, such as land use conversion, erosion, illegal exploitation and others.

Key words: mangrove forests, Mekong Delta, climatic factors, forest degradation, exploitation.

УДК 556

ХАРАКТЕР И ПРИЧИНЫ ПОДЪЁМА УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ОДНОЙ ИЗ ПРОМПЛОЩАДОК В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Р.Х. Мусин, А. Р. Галиева, Т. Г. Кудбанов, Н.А. Курлянов, Rustam.Musin@kpfu.ru*
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия
**СургутНИПИнефть, г. Сургут, Россия*

Аннотация. В статье рассматриваются природно-техногенные условия одной из промплощадок в Республике Татарстан. Раскрываются и количественно оцениваются основные факторы её подтопления. Приводятся рекомендации по снижению уровня грунтовых вод.

Ключевые слова: подтопление, промплощадка, грунтовые воды, инфильтрационное питание, режимные наблюдения, балансовые расчеты

Одним из негативных факторов функционирования промышленных объектов, промплощадок, городских поселений является подтопление их территорий. Обычно оно бывает вызвано усилением питания или ухудшением условий разгрузки грунтовых вод. Подтопление ведет к

ухудшению санитарно-эпидемиологической обстановки, снижению несущих свойств грунтов и т.д. [1, 2, 6].

Республика Татарстан характеризуется развитыми отраслями машиностроения, нефтехимии и нефтепереработки; довольно интенсивной разработкой нефтяных месторождений и интенсивным сельскохозяйственным производством.

В середине 2000-х годов началось строительство нового нефтеперерабатывающего предприятия в непосредственной близости от уже функционирующих крупных предприятий аналогичного и нефтехимического профиля. В 2011 г. оно выдало первую продукцию, при этом возведение необходимых производственных объектов завершено лишь на половине промышленной площадки. В настоящее время строительство необходимых новых инженерных сооружений и проведение различных коммуникаций продолжается параллельно с выпуском промышленной продукции. Застроенная и функционирующая часть промышленной площадки (~2 км²) испытывает подтопление.

Промплощадка располагается в осевой части довольно крупного и пологого первично залесённого водораздела. В ненарушенных природных условиях уклон земной поверхности составлял 0,018. Верхняя часть геологического разреза сложена комплексом карбонатно-терригенных пермских платформенных отложений, которые перекрываются комплексом покровных элювиально-делювиальных четвертичных суглинков. Мощность покровных суглинков увеличивалась до 15–20 м в направлении уклона земной поверхности. Подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта (в дальнейшем изложении – грунтовые воды) были локализованы в пермских глинисто-песчаных породах и четвертичных суглинках. Они имели субнапорный характер. Их урвенная поверхность повторяла рельеф, глубина её залегания в меженные периоды варьировала в пределах (1,5–2,0) – (7,0–7,5) м, при преобладающих значениях – 3–6 м. Напорный градиент составлял 0,017. Питание грунтовых вод в естественных условиях было исключительно атмосферным (инфильтрационное и конденсационное питание). Разгрузка происходила плановой фильтрацией, эвапотранспирацией и нисходящим перетеканием.

Возведению промышленных объектов предшествовала вырубка леса и планировка территории. В настоящее время рельеф промплощадки представляет собой ряд субгоризонтальных поверхностей, разделенных ступенями (уступами) высотой 2–3 м. С поверхности практически повсеместно развиты слабопроницаемые насыпные грунты, основой которых являются первичные элювиально-делювиальные суглинки. Их мощность – 0,5–12 м, преобладающие значения – 2–6 м. На 2017 г. глубины залегания уровня грунтовых вод варьировали в пределах 0,5–9,5 м, преобладающие их значения – 1,5–3,5 м. В целом, площадь участков с глубиной залегания зеркала грунтовых вод до 3 м составляла не менее 65–70 % территории, с глубиной менее 2 м – 15–20 %, а с глубиной более 4 м – около 10–12 %. Последние фиксировались в основном по периферии промплощадки, где либо близповерхностным залеганием обладают мощные пачки пермских песчаников, либо существенна дренирующая роль близрасположенных оврагов (овражных ручьев). Разгрузка грунтового водоносного горизонта, как и в естественных условиях, происходит путем плановой фильтрации, испарения и нисходящего перетекания. При этом современное испарение должно быть сопоставимым с уровнем эвапотранспирации в ненарушенных условиях, а интенсивность нисходящего перетекания скорее всего превышает естественный уровень. Первое связано с меньшей глубиной современного залегания уровня грунтовых вод и с тем, что суглинки (преобладающая приповерхностная разность пород) обладают довольно значительной высотой капиллярного поднятия. Капиллярная кайма на многих участках сейчас, скорее всего, достигает земной поверхности, что значительно усиливает испарительный эффект. Более высокое значение интенсивности нисходящего перетекания связано с увеличением вертикального напорного градиента за счет подъёма уровня грунтовых вод.

Емкостные и фильтрационные параметры верхней части разреза по данным наливов в шурфы и скважины (ОФО), а также откачек из скважин приведены в таблице 1.

В пределах промплощадки действует система поверхностного дренажа. Она представлена забетонированными канавами и различными лотками. Дренажные воды отводятся на очист-

ные сооружения, расположенные прямо на промплощадке. К сожалению, поверхностный дренаж характеризуется малым радиусом влияния, находится в неудовлетворительном техническом состоянии, а также он не имеет повсеместного распространения.

Таблица 1

Фильтрационные и емкостные параметры верхней части разреза

Водовмещающие породы	Кол-во ОФО	Коэффициенты фильтрации, м/сут	Гравит. водоотдача, д.е.
Суглинки насып. грунтов	13	$\frac{0,064-0,4}{0,12}$	$\frac{0,026-0,2}{0,073}$
Четвертичные суглинки	6	$\frac{0,005-0,28}{0,14}$	0,07
Пермские глины	2	0,08	0,09
Пермские песчаники	10	$\frac{0,08-0,99}{0,33}$	$\frac{0,023-0,164}{0,10}$

Примечание. В числителе – предельные значения (минимум-максимум), в знаменателе – среднее.

Основной причиной подъема уровней грунтовых вод (в среднем на 1-3 м относительно природных условий) и их преобладающее залегание на глубинах до 3 м является следствием усиления инфильтрационного питания и сложения разреза слабопроницаемыми грунтами. Усиление питания на первых этапах функционирования промплощадки было связано с вырубкой леса (уменьшение эвапотранспирации), планировкой территории (ликвидация поверхностного стока) и длительным существованием отдельных строительных котлованов и канав. Впоследствии за счет подъема уровня усилилось испарение, которое вероятно компенсировало былую эвапотранспирацию, но нормально функционирующий поверхностный сток до сих пор не организован. Величина поверхностного стока в природных условиях, подобных условиям залесенного пологого водораздела, существовавшего на месте промплощадки должна составлять 10-15 % от годовой нормы осадков. Большая часть этого поверхностного стока на рассматриваемой промплощадке переведена в подземный сток (инфильтрационное питание).

Величина инфильтрационного питания грунтовых вод на одном из близрасположенных к промплощадке объектов, в сходных природных условиях составляла 12,2% от годовой нормы осадков в 554,6 мм/год. При этом общее количество эффективных осадков оценивалось в 14,3 % (2,1 % от нормы осадков в приводораздельной части склонов шло на питание второго от поверхности водоносного горизонта (комплекса)) [4, 5]. Добавление к этой величине еще 5-10 % от нормы осадков (первичного поверхностного стока) как раз и должно вызвать наблюдаемые изменения в положении уровней подземных вод. Кроме этого, дополнительным питанием являются и утечки сточных вод. Доказательством таких утечек служит трансформация гидрогеохимического поля, но точную величину таких утечек выявить пока очень сложно.

Авторами проведено определение величины современного инфильтрационного питания грунтовых вод. Для этого были использованы данные режимных наблюдений за поведением уровней грунтовых вод в период 2012-2016 гг. по 5 наблюдательным скважинам, расположенным по периферии промплощадки, а также балансовые расчеты по двум изолированным локальным площадкам в центральной части рассматриваемого объекта.

Инфильтрационное питание (W) по наблюдательным скважинам оценивалось следующим образом (табл. 2):

$$W = \Delta H * \mu / \Delta t, \quad (1)$$

где ΔH амплитуда подъема уровня грунтовых вод за время Δt (м/сут),

μ - недостаток гравитационного водонасыщения.

Данная формула корректна в случае постоянства транзитного стока ($q_{\text{притока}} \approx q_{\text{оттока}}$) [3, 8].

Балансовые расчеты проведены на основе методики Института гидротехники (табл. 3) [7]. Слой среднего многолетнего поверхностного стока определялся по формуле:

$$Y = \alpha_{\text{ср}} * P, \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{ср}}$ среднее значение коэффициента годового поверхностного стока, характеризующееся индивидуальными значениями для каждой поверхности;

P – годовая норма осадков (мм).

Расчет испарения предполагает использование индивидуальных поправочных коэффициентов ($K_{\text{вп}}$) к среднему многолетнему испарению с естественных ландшафтов для различных видов поверхностей. Среднемноголетнее испарение при отсутствии экспериментальных данных определяется так:

$$E = E_0 \frac{E}{E_0}, \quad (3)$$

где E_0 – испаряемость, мм/год; E/E_0 – относительное испарение.

Значения обоих параметров можно определить по приводимым в методике картам. Для рассматриваемой промплощадки $E_0=600$ мм/год, $E/E_0=0,7$; отсюда $E=420$ мм/год, что составляет 75,7% от нормы осадков.

Таблица 2

Величины инфильтрационного питания грунтовых вод по данным режимных наблюдений

№ скв.	Водовмещающие породы	μ , д.е.	Инфильтрационное питание	
			В виде слоя воды (мм/год)	В % от нормы осадков
11	Четвертичные суглинки	0,07	178,5	32,0
12	Четвертичные суглинки	0,07	154,0	27,8
13	Пермские глины и песчаники	0,9	194,4	34,9
14	Пермские песчаники	0,1	144,0	26,1
15	Четвертичные суглинки	0,07	93,0	23,5

Примечание. Номера скважин – условные, μ – на основе данных наливов в шурфы.

Средние величины инфильтрационного питания грунтовых вод, локализованных в пермских породах (в % от нормы осадков) – 30,5; а в покровных четвертичных суглинках – 27,8.

Таблица 3

Водный баланс двух изолированных блоков в центральной части промплощадки

№ блока	Площадь, м^2	Приход воды, мм/год	Расходные статьи баланса, %		
			Испарение	Поверхн. сток (дренажная система)	Подземный сток (инф. питание)
1	63725	554,6	72,94	0,06	27
2	70118	554,6	72,8	5,5	21,7

Приведенные данные убедительно свидетельствуют, что основной причиной подтопления промплощадки является усиление инфильтрационного питания грунтовых вод. Даже не совсем хорошо функционирующий поверхностный дренаж перехватывает 5,5 % от нормы осадков.

Наиболее эффективным способом понижения уровня грунтовых вод является реконструкция существующей системы поверхностного дренажа с дополнительной планировкой территории для увеличения его эффективности и создания новых дренажных линий (система поверхностного дренажа играет роль природного поверхностного стока), т.к. практически все виды подземного дренажа в условиях слабопроницаемых грунтов малоэффективны [1, 2, 6].

Список литературы

1. Анпилов В. Е. Формирование и прогноз режима грунтовых вод на застраиваемых территориях [Текст]. – М.: Недра, 1984. – 160 с.

2. Дегтярев Б. М. Дренаж в промышленном и гражданском строительстве [Текст]. – М.: Стройиздат, 1990. – 238 с.
3. Лебедев А. В. Оценка баланса подземных вод [Текст]. – М.: Недра, 1989. – 174 с.
4. Мусин Р. Х., Курлянов Н. А., Калкаманова З. Г. О буферных свойствах подземной гидросферы в районах полигонов промышленных отходов [Текст] // Сергеевские чтения. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи. Вып. 18. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (24-25 марта 2016 г.). – М.: РУДН, 2016. – С. 520-525.
5. Мусин Р. Х., Мусина Р. З. О влиянии на гидrolитосферу полигонов захоронения промышленных отходов [Текст] // Недропользование XXI век. – 2014. – № 1 (45). – С. 84-87.
6. Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях [Текст]. Справ. пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1991. – 272 с.
7. СТП ВНИИГ 210.01.НТ-05 Методика расчета гидрологических характеристик техногенно-нагруженных территорий [Текст]. – СПб.: ВНИИГ, 2005.
8. Шестаков В.М., Поздняков С.П. Геогидрология [Текст]. – М.: ИКЦ “Академкнига”, 2003. – 176 с.

**THE NATURE AND CAUSES OF RISING GROUNDWATER LEVELS
ON ONE OF THE INDUSTRIAL SITES IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN**

*R. Kh. Musin, A.R. Galieva, T.G. Kudbanov, N. A. Kurlyanov**, Rustam.Musin@kpfu.ru

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

** SurgutNIPIneft, Surgut, Russia*

Abstract. The article discusses the natural and man-made conditions of one of the industrial sites in the Republic of Tatarstan. The main factors of its flooding are disclosed and quantified. Recommendations for reducing the level of groundwater are given.

Keywords: waterlogging, industrial site, groundwater, infiltration feed, security monitoring, balance calculations.

УДК 551.24 + 551.4

РЕЛЬЕФ И НЕОТЕКТОНИКА ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

И.С.Новиков¹, novikov@igm.nsc.ru, Д.А.Борисенко², dmitry54@mail.ru

¹ *ФБГУН Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия,*

² *ООО Новосибирская геолого-поисковая экспедиция Новосибирск, Россия,*

Аннотация. Территория юго-западного Крыма включает в себя западное окончание Крымских гор, возникших на месте мел-палеогеновой денудационной равнины и прилегающего к ней мелководного бассейна карбонатного осадконакопления в ходе неотектонической активизации. Крымские горы - одно из звеньев Альпийско-Гималайского горного пояса, формирующегося в ходе коллизии Евразийской, Африканской и Индо-Австралийской плит. На территории присутствуют морские террасы позднего кайнозоя полного Средиземноморского ряда и надстраивающая их лестница поверхностей выравнивания неогенового, палеогенового и мелового возраста. Формирование разновозрастных поверхностей выравнивания связано с последовательным снижением уровня Мирового океана. Их последующие деформации позволяют оконтурить область неотектонического поднятия и определить его параметры. Основным механизмом неотектонической активизации является пододвигание восточно-черноморской микроплиты под скифскую, с формированием структуры типа рамповой складки. Амплитуда неотектонического поднятия юго-западного Крыма составляет от 0 до 800 м за последние 2 млн. лет или до 0.04 мм в год. Современную неотектоническую структуру территории образует северное

крыло рамповой складки - моноклираль северо-западного падения, разбитая на «клавиши» вытянутые в северо-западном направлении, разделенные новейшими разломами с неучтойчивыми вертикальными смещениями от 10 до 120 м. Подъем территории и снижение уровня Мирового океана обусловили широкое развитие денудационных форм, хорошая сохранность которых позволяет уточнить последовательность неотектонических событий, первые импульсы которых достигли территории в олигоцене, а главная фаза активизации началась в плиоцене.

Ключевые слова: Крымские горы, поверхности выравнивания, геоморфология, неотектоника, морские террасы.

Рассматриваемая территория включает в себя юго-западную часть Крымского полуострова, рельеф которой представляет собой западное окончание Крымских гор и обрамляющую их с северо-запада приморскую равнину. В геологическом строении Крымского полуострова традиционно выделяются два структурных этажа. Первый структурный этаж (фундамент) распадается на два резко контрастных блока. Граница между ними имеет северо-восточное простирание и проходит вдоль северного подножья современных Крымских гор. Естественных обнажений фундамент равнинной территории не имеет. Он скрыт под единой для всей территории мощной толщей второго структурного этажа (плитный комплекс), представленной чередованием морских известняков, мергелей и глин [2]. К северу от указанной границы скважинами вскрываются палеозойские сланцы зеленокаменной фации метаморфизма и интрузивы основного состава. Южный блок фундамента разбит на ряд тектонических пластин, породы которых представлены флишем поздне триасовой-раннеюрской таврической серии, среднеюрскими аргиллитами и кварцитовидными песчаниками и конгломератами, верхнеюрскими мраморизованными известняками, а также раннемеловыми глинами мергелями, туфопесчаниками и тектоническими меланжами перечисленных пород [5]. В позднем мелу и на большем протяжении палеогена, горный рельеф, возникший в ходе позднеюрско-раннемеловой коллизии, был уничтожен денудацией в эпоху тектонического покоя, проявляющуюся на всем протяжении Альпийско-Гималайского горного пояса. На его месте в позднем мелу и раннем- среднем палеогене сформировались поверхности выравнивания с высотными отметками близкими к базисам денудации, которыми служили уровни Мирового океана в мелу и палеогене. Низменная суша, на которой преобладали процессы химического выветривания, была обрамлена с севера мелководным эпиконтинентальным бассейном, в котором за счет сноса коры выветривания с поверхности выравнивания и биогенного осадконакопления формировались органогенные известняки, мергели и глины. Неотектоническая активизация в южной части Крымского полуострова в настоящее время объясняется поднятием фронтальной части горнокрымского аллохтона вместе с перекрывающим его плитным комплексом при пододвигании под него восточно-черноморской плиты [6].

Для изученной территории разработаны геоинформационные системы оригинальной структуры. В соответствии с представлениями Д.В. Борисевича [1] основными крупными группами генетически однородных поверхностей являются группы аккумулятивных и денудационных поверхностей. В пределах юго-западного окончания Крымских гор аккумулятивные поверхности не очень разнообразны по типам рельефообразующих процессов, но занимают значительные площади. Это морские террасы, коллювиальные, пролювиальные, аллювиальные и антропогенные образования. Денудационные элементы рельефа широко распространены в пределах юго-западной части Крыма и представлены: поверхностями выравнивания, стенками отрыва обвалов и оползней, склонами комплексной денудации, формами карстовой денудации (полями), склонами эрозионных долин, тектоногенными уступами, абразионными уступами и разнообразными формами антропогенной деструкции.

Неотектоническая активизация района Крымских гор происходила в ходе пододвигания блока океанической коры, лежащего в основе Восточно-Черноморской впадины под аккреционный комплекс на южной окраине Скифской плиты. Образующиеся при подобных процессах структуры носят название рамповых складок [7]. Ранее считалось, что начало неотектонической активизации приходится на конец плиоцена [3]. К этому времени горные сооружения на месте

аккреционного комплекса позднеюрского-раннемелового возраста были уничтожены денудацией с формированием низменной ступенчатой равнины. Ступенчатость денудационной равнины связана с прерывистым снижением базиса денудации с позднего мела по неоген с длительными периодами стабильного положения в позднем мелу, раннем-среднем палеогене и раннем неогене [8]. Если в пределах одного неотектонического блока, сложенного домеловыми породами, проявлены все три поверхности выравнивания, определение их возраста проблем не вызывает: нижняя – неогеновая, средняя палеогеновая, а верхняя – меловая. Если их больше - следует искать неотектонический разлом, смещающий лестницу поверхностей выравнивания. Если поверхность выравнивания срезает палеогеновые породы – она неогеновая, если меловые – то палеогеновая или неогеновая. Если поверхность выравнивания выработана в домеловых породах и в пределах блока она одна, установить ее возраст геоморфологическими методами невозможно и при геоморфологической съемке такие поверхности выделяются как поверхности выравнивания неустановленного возраста. Их гипсометрическое положение также учитывается при неотектонических реконструкциях, поскольку независимо от возраста поверхности выравнивания относятся к низменной равнине, сформированной до начала неотектонической активизации, служащей реперным уровнем при определении амплитуды неотектонического поднятия.

На момент начала формирования неотектонической рамповой складки низменная суша территории Крымских гор с севера была обрамлена мелководным морским бассейном, в котором формировались карбонатные и глинистые отложения. В ходе неотектонической активизации они были вовлечены в воздымание, утратили свое изначальное падение на север под углом 1-2°. В настоящее время они обнажаются пределах Внешней и Внутренней гряд Крымских гор в. В пределах Внешней гряды углы их падения не превышают 2-3°, а во Внутренней гряде составляют 8-10°, иногда достигают 12°. Поверхности выравнивания, образующие плоские водоразделы Главной гряды выраженного наклона не имеют, соответственно северное крыло рамповой складки совпадает с Внутренней грядой Крымских гор. С севера и юга Внутренняя гряда ограничена зонами дробления, по которым в плейстоцене комплексом денудационных процессов были выработаны продольные понижения, разделяющие гряды Крымских гор. Северное понижение связано с системой трещин сжатия, у которой зияющие трещины находились на глубине. Это обусловило более интенсивное протекания карстовых процессов при разгрузке артезианских вод. Вследствие этого северное понижение имеет вид сплошной продольной впадины с единственной перемычкой между Внешней и Внутренней грядями к северу от Балаклавской котловины. Южное продольное понижение, формирование которого было связано с трещинами растяжения состоит из системы многочисленных котловин, разделенных перемычками, соединяющими Внутреннюю и Главную гряды.

Южное крыло рамповой складки не сохранилось, поскольку подверглось гравитационному обрушению с формированием современных олистостром с отдельными блоками более 1 км в поперечнике, выявленных еще на ранних этапах геологического изучения территории [4] (рисунок 1).

Неотектонические опускания в пределах изученной территории не выявлены. Позднечетвертичные и среднечетвертичные морские террасы развитые вдоль западной границы Внешней гряды заметного подъема не испытали, раннечетвертичная терраса приподнята от 10 до 50 м. Позднеплиоценовая терраса в восточной части Внешней гряды приподнята от 40 до 180 м с преобладающими значениями 80-150 м. Миоценовая аккумулятивная морская равнина и прилегающая к ней миоценовая поверхность выравнивания в восточной части Внешней гряды испытали воздымание на 120-160 м. За время неотектонической активизации поверхность Внешней гряды приобрела наклон на запад. В северной части рассматриваемой территории он составляет в среднем 50 м на каждые 10 км или примерно 1/4°. На юге он несколько больше и достигает 1/2°. Миоценовая поверхность выравнивания в пределах Внутренней гряды приподнята в западной ее части на 260-350 м, а в восточной на 510-530 м. Миоценовая поверхность выравнивания в пределах Внутренней гряды в ходе неотектонической активизации приобрела наклон с востока на запад в среднем в 200 м на каждые 10 км или примерно на 1°.

На водоразделах Главной гряды развиты меловая, палеогеновая и неогеновая поверхности выравнивания, образующие ступенчатую поверхность крымских яйл. В пределах рассмотренной территории они испытали поднятие на 730-580 м. Заметного наклона они при подъеме не испытали.

В ходе формирования северного крыла новейшей рамповой складки оно было разбито на отдельные блоки системой сбросов северо-западного простирания, к которым приурочены долины основных рек, дренирующих северный макросклон Крымских гор: Альмы, Бельбека, Качи и Черной. Движение блоков по разломам имеют преимущественно сбросовый характер, о чем свидетельствует разная высота бортов долин. Амплитуды сбросов невелики и определяются по относительному смещению элементов рельефа. Вертикальные составляющие амплитуд сбросов неустойчивы по простиранию. Так, при пересечении территории Внешней гряды альминским разломом на западе северное крыло опущено на 10-25 м, а на востоке вертикальное смещение практически не проявляется. По качинскому разлому северное крыло на западе опущено на 10 м, а на востоке на 50 м. По бельбекскому разлому северное крыло в пределах Внешней гряды, напротив, приподнято на 20-50 м. Таким образом, неотектонический блок, образующий качинско-бельбекское междуречье относительно приподнят. Это привело к более интенсивному развитию в его пределах эрозионных долин временных водотоков, их большей густоте и глубине. По чернореченскому разлому в пределах Внешней и Внутренней гряд вертикальные движения не установлены, а пределах Главной гряды его северный борт приподнят на 100-120 м с образованием тектоногенного уступа смещающим поверхности выравнивания.

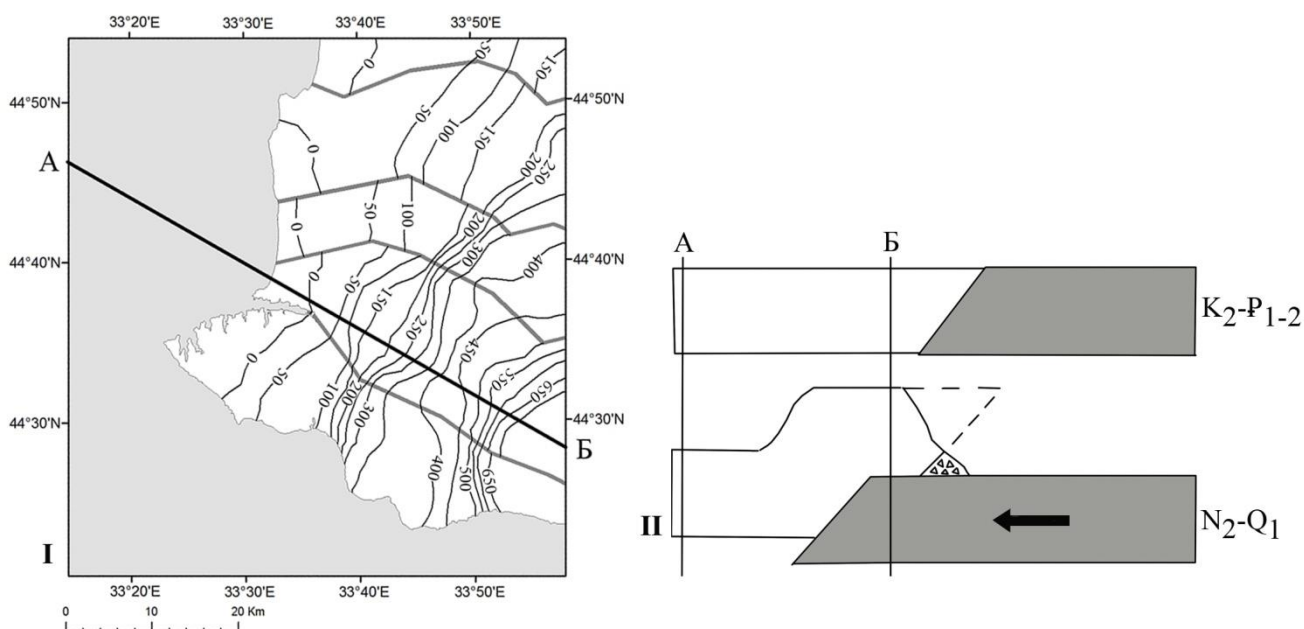


Рис. 1. Схема новейшей тектоники Юго-Западного Крыма (I) и схематический разрез по линии А-Б на мел-палеогеновый неоген-четвертичный этапы (II) (Изолиниями показаны амплитуды новейшего поднятия в метрах, серыми линиями – новейшие разломы)

Несоответствие в пределах Внутренней гряды углов падения поздне меловой - ранне-среднепалеогеновой карбонатной толщи и срезающей ее миоценовой поверхности выравнивания на 7-9° указывает на наличие олигоценного этапа неотектонической активизации, которому также соответствует и перерыв в осадконакоплении. О наличии олигоценного этапа неотектонической активизации также свидетельствует увеличенная до 100-150 м высота денудационных уступов между миоценовой и ранне-среднепалеогеновой поверхностями выравнивания в пределах Главной гряды, в то время как снижение уровня Мирового в период между формированием этих поверхностей выравнивания составила около 50 м. Таким образом, в олигоцене к началу формирования миоценовой поверхности выравнивания Главная гряда испытала подъем

на 50-100 м, а обрамляющая ее с севера карбонатная платформа на границе олигоценового поднятия – наклон на 7-9° в ходе формирования складки срыва на месте будущей рамповой складки.

В строении рельефа Юго-Западного Крыма сохранилась лестница датированных субгоризонтальных уровней в возрастном диапазоне с середины мела по голоцен. Высотное положение уровней на момент образования известно. Сравнение с высотным положением сохранившихся фрагментов датированных уровней позволяет выявить как механизм неотектонической активизации, так и его конкретные проявления в пределах рассматриваемой территории. Основным механизмом неотектонической активизации является пододвигание восточно-черноморской микроплиты под скифскую, с формированием структуры типа рамповой складки.

Неотектоническая активизация по механизму напоминает позднеюрско-раннемеловую, но в усеченном варианте, без образования слоеного пирога тектонических пластин и горизонтов меланжа, а в виде солидарного воздымания тектонически расслоенного допозднемелового «фундамента» и налегающего на него плитного комплекса позднемелового - кайнозойского возраста. Современную неотектоническую структуру территории образует северное крыло неотектонической рамповой складки - моноклираль северо-западного падения, разбитая на «клавиши» вытянутые в том-же направлении, разделенные новейшими разломами с вертикальными смещениями от 10 до 120 м. Связанные с шарнирами всячего крыла рамповой складки зоны растяжения были использованы процессами денудации, сформировавшими продольные депрессии, разделяющие Главную, Внутреннюю и Внешнюю гряды Крымских гор.

Неотектоническая активизация включает два этапа – олигоценовый с максимальными амплитудами воздымания до 50-100 м и постплиоценовый с амплитудами поднятия территории главной гряды до 500-700 м. Отсутствие отчетливой блоковой делимости с ярко выраженными дифференцированными движениями на границах блоков имеет следствием отсутствие крупных сейсмогенерирующих разломов в пределах Крымских гор, высокая сейсмическая опасность в пределах территории которых, имеет источником полого-падающий на северо-восток разлом, который выходит на поверхность в акватории Черного моря вдоль южного побережья Крыма и полого погружается под Крымские горы.

Список литературы

1. Борисевич Д.В. Генетическая классификация форм рельефа // Геоморфология 1970, № 3.- С.15-23.
2. Муратов М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова.- М.: Госгеолтехиздат, 1960.- 230 с.
3. Николаев Н.И. О возрасте рельефа Горного Крыма // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода № 8.- М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946.- С. 103-105.
4. Щерба И.Г. Плиоцен-четвертичные олистостромы Крыма и механизмы их образования / Бюллетень МОИП. Отд. геологии. – 1959. – Т. 53, вып. 4. – С.23 – 34.
5. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. - 336 с.
6. Юдин В.В. Надвиговые и хаотические комплексы.- Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2013.- 251 с.
7. Jamison W.R. Geometric analysis of fold development in overthrust terranes // Journal of structural geology.- 1987.- V.9, № 2.- P. 207-219.
8. Miller K.G., Mountain G.S., Wright J.D., Browning J.V. A 180-million-year record of sea level and ice volume variations from continental margin and deep-sea isotopic records // Oceanography, 2011. - V.24, №2. - P.40–53.

RELIEF AND NEOTECTONICS OF THE SOUTH-WESTERN CRIMEA

I.S. Novikov¹, novikov@igm.nsc.ru

D.A. Borisenko², dmitry54@mail.ru

¹ V.S. Sobolevs Institute of Geology and Mineralogy. SB RAS, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk geological prospecting expedition company Novosibirsk, Russia

Annotation. The territory of the South-Western Crimea includes the western end of the Crimean Mountains, which arose at the site of the Cretaceous-Paleogene denudation plain and the shallow carbonate sedimentary basin adjacent to it during neotectonic activation. The Crimean Mountains are one of the links in the Alpine-Himalayan mountain belt, formed during the collision of the Eurasian, African and Indo-Australian plates. On the territory there are marine terraces of the Late Cenozoic of the complete Mediterranean series and a ladder of elevation surfaces of Neogene, Paleogene and Cretaceous age that builds on them. The formation of uneven-age leveling surfaces is associated with a consistent decrease in the level of the World Ocean. Their subsequent deformations allow you to contour the area of the neotectonic uplift and determine its parameters. The main mechanism of neotectonic activation is the pushing of the East Black Sea microplate under the Scythian one, with the formation of a ramp-like structure. The amplitude of the neotectonic uplift of the south-western Crimea ranges from 0 to 800 m over the past 2 million years or to 0.04 mm per year. The modern neotectonic structure of the territory is formed by the northern wing of the ramp fold - the monocline of the north-western fall, divided into “keys”, stretched in the north-west direction, separated by newer faults with irregular vertical displacements from 10 to 120 m. development of denudation forms, the good preservation of which allows to specify the sequence of neotectonic events, the first impulses of which reached the territory in the Oligocene, and The explicit activation phase began in the Pliocene.

Keywords: Crimean mountains, leveling surfaces, geomorphology, neotectonics, sea terraces.

УДК 550.42/502.175

ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА)

А.А. Селезнев¹, sandrian@rambler.ru

*И.В. Ярмошенко¹, Е.О. Илгашева¹, Д.В. Киселева², А.Д. Рянская², Г.П. Малиновский¹,
М.Е. Рудаков¹*

¹ *Институт промышленной экологии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия*

² *Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия*

Аннотация. Исследовалось формирование современных антропогенных отложений в г. Нижний Новгород. Проводился отбор проб компонентов окружающей среды, участвующих в формировании отложений на территориях жилых кварталов, ландшафтный анализ кварталов и условий образования поверхностных рыхлых отложений в локальных понижениях микрорельефа. Для отобранных образцов проводился гранулометрический, химический и минеральный анализ.

Установлены закономерности распределения поллютантов в изучаемых компонентах окружающей среды в различных функциональных зонах городского микроландшафта. Показано, что современные седиментационные процессы в урбанизированной среде играют значимую роль в функционировании каскадной ландшафтно-геохимической системы на селитебной территории. Седиментационные процессы участвуют в формировании потоков вещества в урбанизированной среде на всех этапах, являясь как источником загрязнения, так и транзитной и депонирующей средой. Отложения как компонент городского ландшафта выполняют геоиндикаторную функцию наряду с такими объектами как атмосферный воздух, снег, и почва.

Ключевые слова: урбанизированная среда, современные антропогенные отложения, пыль, гранулометрия, металлы, минералы, ландшафтный анализ.

В летне-осенний период 2018 г. проведено изучение современных отложений в г. Нижний Новгород. В городе выбраны площадки – пять типичных микроландшафтов (кварталов с многоэтажной жилой застройкой). На площадках в разных функциональных зонах проведен от-

бор 25 проб компонентов окружающей среды из верхнего 5-см горизонта (отложений локальных понижений микрорельефа, дорожной пыли, поверхностного грязевого осадка, почвы). В пробах определен гранулометрический состав [1]. В гранулометрических фракциях определено валовое содержание металлов [2] и минеральный состав методами рентгенофазового и термического анализа. Проведен ландшафтный анализ территорий кварталов и охарактеризованы условия образования и накопления осадка.

При проведении гранулометрического анализа каждая проба разделена на шесть гранулометрических фракций: 0,002-0,01, 0,01-0,05, 0,05-0,1, 0,1-0,25, 0,25-1, >1 мм; получено 300 гранулометрических навесок. В 79 гранулометрических навесках проведено определение валовых концентраций элементов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. В 94 гранулометрических навесках проведено определение минерального состава методами рентгенофазового и термического анализов (кварц, доломит, кальцит, плагиоклаз, КПШ, микроклин, ортоклаз, хлорит, гидрослюда, амфибол и органическое вещество).

Максимальная доля пылевой фракции (0,002-0,1 мм) обнаружена в почве – в среднем 39% массы пробы. Массовая доля пыли снижается до 30% и 16% в пробах отложений пониженных участков микрорельефа (ПУМ) и на дорогах соответственно. В составе пылевой фракции 70-80% материала представлено частицами 0,050-0,1 мм.

Различия минерального состава образцов наблюдаются в различных гранулометрических фракциях и на различных функциональных зонах микроландшафта. В почвах газонов внутридворовых пространств и отложений превалирует кварцевый песок. Среднее содержание кварца в пыли в пробах почвы и отложений варьируется от 54% до 59% массы. При этом в более крупных фракциях отложений (0,1-1 мм) содержание кварца достигает 80%. Аллювиальные отложения, преимущественно кварцевые пески, формируют надпойменные террасы, на которых расположен г. Нижний Новгород. В пробах отложений на дорогах наблюдается максимальное содержание минералов, которые отнесены к строительным смесям (суммарное содержание доломита и кальцита в пыли составляет 20%). Соответствующие содержания в пробах почв и отложений ПУМ – 6% и 13% соответственно. Преимущественно в пылевой фракции обнаруживаются минералы метасоматической группы. Минералы, составляющие граниты, равномерно распределены по гранулометрическим фракциям и функциональным зонам микроландшафта, к ним можно отнести до 40% материала отложений (включая частично кварц).

Наблюдаются существенные различия содержания органического вещества. Максимальное содержание обнаружено в пылевой фракции в пробах почвы – 3%, со снижением до 0,8% на дорогах. При этом во фракции 0,002-0,01 мм содержание органического вещества достигает 21% в грунтах и 5% на дорогах.

Соответственно минеральному составу распределены по гранулометрическим фракциям и типам опробованных объектов типоморфные микро- и макроэлементы. С увеличением содержания кварца (SiO₂) в навесках по размеру частиц падает концентрация Fe (с 20 г/кг до 4 г/кг в пылевой и более крупной фракциях отложений ПУМ соответственно), Al (с 34 г/кг до 8 г/кг), Ti (с 2,6 до 0,4 г/кг), а также V, Sn и других микроэлементов.

Наблюдается существенная связь концентрации отдельных типоморфных макро- и микроэлементов с функциональными зонами микроландшафта. К ассоциации типоморфных элементов, концентрация которых в пыли заметно снижается в цепочке «почва газона–отложения ПУМ–отложения на дороге» относятся следующие: Al (41–34–27 г/кг), Rb (57–43–30 мг/кг), Th (5,8–4,6–3,3 мг/кг), U (4,9–1,7–1,5 мг/кг) и W (3,5–5,4–6,3 мг/кг).

В техногенной ассоциации металлов выражено накопление металлов в пылевой фракции, при этом наблюдаются разнонаправленные корреляции с функциональными зонами микроландшафта. Максимальная средняя концентрация Pb 79 мг/кг связана с размерной фракцией 0,002-0,01 мм. Концентрация Pb в пробах отложений ПУМ и на дорогах примерно в 1,5 раза ниже, чем в почве. Схожее распределение по микроландшафту и по размерным фракциям имеет Zn. Обратную тенденцию демонстрирует Cu, для которой максимальная средняя концентрация 140 мг/кг наблюдалась на дорогах, а минимальная 113 мг/кг в почве.

Значительную часть планировки жилых кварталов города занимают междворовые и внутридворовые проезды и парковки, в том числе несанкционированные. К зоне транспорта относится до 50% площади жилых кварталов. Эта функциональная зона плотно заполнена автомобилями – одно парковочное место в пределах жилых кварталов приходится на 130-160 кв.м. Такой подход к планировке обуславливает воздействие автотранспорта на все типы городского микроландшафта. В условиях интенсивной автомобилизации потенциал вместимости существующей автотранспортной инфраструктуры дворов и прилегающего внешнего пространства исчерпан. Значительное количество автомобилей регулярно припарковано на непредназначенных для этого местах. В Нижнем Новгороде доля таких «парковочных мест», расположенных во дворах составляет 22%.

Значительная площадь жилых кварталов города не имеет покрытия, препятствующего выветриванию и абразии: участки с разрушенным покрытием (асфальтовым и другим), газоны и другие зеленые зоны с низким проективным покрытием травами и др. Согласно проведенным оценкам, в Нижнем Новгороде площадь нарушенной поверхности составляет 15% общей площади жилых кварталов. Значительная часть площадей без покрытия относится к газонам, спортивным и игровым площадкам с низким проективным покрытием травами (среднее покрытие 54% в Нижнем Новгороде). В целом, с учетом проезжей части улиц, внутридворовых проездов и зеленых зон с низким проективным покрытием пылящие поверхности занимают до 68% площади жилых кварталов в Нижнем Новгороде.

Техническое состояние объектов ландшафтной инфраструктуры внутридворовых пространств, а также качество уборки и содержания большей части дворов оценивается как неудовлетворительное. Неудовлетворительно оценено техническое состояние 50-60% площади внутридворовых пространств. В Нижнем Новгороде неудовлетворительно оценена уборка 29% площади дворов и 21% площади улиц.

При производстве земляных и ремонтно-строительных работ на территории жилых кварталов происходит образование грязи и пыление, связанное со следующими причинами: складирование изъятых грунтов в отвал, размещение сыпучих строительных материалов в кучах, отложенная рекультивация участков. Загрязнение городской среды грязевым материалом является системным явлением при проведении земляных или ремонтно-строительных работ.

Часть обследованных участков загрязняется твердым осадком, перенесенным с соседних площадей с нарушенным или отсутствующим асфальтовым или газонным покрытием. Помимо перепада высот причиной латерального переноса является отсутствие или неудовлетворительное техническое состояние бордюров.

Ландшафтное обследование кварталов показало:

- пространственная организация и состояние городского микроландшафта является значимым при формировании эколого-геохимической ситуации в урбанизированной среде;
- в обследованном городе присутствуют факторы, способствующие образованию твердого осадочного материала: поверхности с отсутствующим или нарушенным покрытием, интенсивное воздействие автотранспорта, неудовлетворительная уборка и техническое состояние объектов инфраструктуры во дворах и на улицах и др.;
- получены количественные оценки характеристик микроландшафтов, позволяющие характеризовать городские микроландшафты как источники поступления грязевого осадка, оценивать сток наносов в городской среде, проводить сравнительный анализ и ранжирование факторов образования поверхностного грязевого осадка в городской среде.

В настоящем исследовании речь может идти о микрокатене на селитебной территории города, которая включает почву газонов дворовых пространств, отложения пониженных участков микрорельефа и отложения на дорогах.

В пределах селитебной территории наблюдается дифференциация типоморфных макроэлементов, типоморфных микроэлементов, металлов техногенной ассоциации, пыли между сопряженными элементами микроландшафта (функциональными зонами квартала).

Минеральный состав почвы и отложений в г. Нижний Новгород представлен кварцем (кварцевый песок), минералами кислых (гранит) и метасоматических (хлорит, амфибол и др.)

пород, материалами строительных смесей (доломит, кальцит и частично кварц), и органическим веществом. В составе поверхностных отложений обнаружены частицы антропогенного происхождения.

Таким образом, в ходе исследования установлены закономерности распределения поллютантов и пыли в депонирующих средах и на функциональных зонах городского микроландшафта. Показано, что современные седиментационные процессы в урбанизированной среде играют значительную роль в функционировании каскадной ландшафтно-геохимической системы на селитебной территории. Седиментационные процессы участвуют в формировании потоков веществ в урбанизированной среде на всех этапах, являясь как источником загрязнения, так и транзитной и депонирующей средой. Кроме того отложения как компонент городского ландшафта выполняют геоиндикаторную функцию наряду с такими объектами как атмосферный воздух, снег, почва и другие [3].

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-77-10024).

Список литературы

1. Seleznev A. Some geochemical characteristics of puddle sediments from cities located in various geological, geographic, climatic and industrial zones / A. Seleznev M. Rudakov // Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 2019. – 14(1). – P. 95–106.
2. PND F 16.1:2.3:3.11-98. “The Method of Measurement of Metal Content in Solid Objects by Spectrometry with Inductively Coupled Plasma”, The State Bureau for Environmental Protection of Russian Federation, 1998 (in Russian).
3. Seleznev A. A. ¹³⁷Cs in puddle sediments as timescale tracer in urban environment / A. A. Seleznev, I. V. Yarmoshenko, and A. P. Sergeev // J. Environ. Radioactiv, 2015. – 142. – P. 9–13.

FORMATION OF CONTEMPORARY SURFACE DEPOSITED SEDIMENTS IN AN URBAN AREA (ON THE EXAMPLE, NIZHNY NOVGOROD, RUSSIA)

A.A. Seleznev¹, sandrian@rambler.ru

*I.V. Yarmoshenko¹, E.O. Ilgasheva¹, D.V. Kiseleva², A.D. Ryanskaya², G.P. Malinovsky¹,
M.E. Rudakov¹*

¹ *Institute of Industrial Ecology, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia*

² *Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia*

Abstract. The formation of contemporary urban surface deposited sediments was studied on the example of Nizhny Novgorod (Russia). There were carried out sampling of environmental compartments involved in the formation of the sediments in the residential areas of the city, landscape analysis of the quarters and the conditions of the formation of loose surface sediments in local surface depressed zones of microrelief. Granulometric, chemical and mineral analysis was carried out for the collected samples.

The patterns of the distribution of pollutants were determined for the various functional landscape zones. It was shown that the contemporary sedimentation processes in urban environment participate in the cascade landscape-geochemical system in a residential area. Sedimentation processes participate in the formation of fluxes of solid substances in an urban area, being both a source of pollution and a transit and depositing compartment. The sediment represent a geoinicator in an urban area along with such compartments as atmospheric precipitations, snow, soil, and others.

Keywords: urban environment, contemporary surface sediments, dust, granulometry, metals, minerals, landscape analysis.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЛИТОСФЕРЫ: ИСТОРИЯ ВОПРОСА, СОВРЕМЕННАЯ ПОЗИЦИЯ, СПЕЦИФИКА ТЕХНОГЕННО-ПРИРОДНОГО ЭТАПА

В.Т. Трофимов, trofimov@rector.msu.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Аннотация. Приведено содержание понятий «Экологические функции литосферы» и их видов – ресурсной, геодинамической, геохимической и геофизической. Описана история развития взглядов на этапы формирования этих функций и показано, что логично выделять три этапа: первый – природный до появления жизни на Земле, второй – от зарождения жизни до развития техногенеза, третий – техногенно-природный. Сформулированы шесть специфических черт последнего этапа.

Ключевые слова. Экологическая геология; экологические функции литосферы; этапы формирования экологических функций литосферы; специфические черты техногенно-природного этапа

Экологическая геология – новое направление в геологии, изучающее верхние горизонты литосферы (включая подземные воды, нефть и газы) как одну из основных абиотических компонент экосистем высокого уровня организации [3, 4]. Непрерывно протекающий массо- и энергообмен литосферы с гидросферой, атмосферой, космическим пространством и с внутренними глубинными сферами Земли, является тем механизмом, который лежит в основе всех наблюдаемых в литосфере и на ее поверхности геологических и биологических процессов. Взаимоотношение последних представляет собой своеобразную реализацию экологических функций литосферы. В таком контексте литосфера предстает как один из источников энергии, дополнительный к солнечной радиации и космическому излучению, как ее преобразователь, накопитель, поглотитель и как передающая среда. Значительная часть этой энергии тратится на поддержание геологических процессов, а также на создание условий, пригодных для жизнедеятельности представителей растительного и животного мира, населяющих нашу планету. Эти качества литосферы проистекают из особенностей ее строения, состояния и происходящих внутри нее и на ее поверхности геологических процессов и реализуются через ее экологические функции. Учение об этих функциях – одна из базисных основ теории экологической геологии [2, 6]. *Подэкологическими функциями литосферы* понимается все многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение литосферы, включая подземные воды, нефть, газы, геохимические и геофизические поля и протекающие в ней геологические процессы, в жизнеобеспечении биоты, включая человеческое сообщество.

Научная концепция экологических функций литосферы объединяет в единый круг рассматриваемых проблем многоплановое изучение роли литосферы как среды существования органической жизни – простейших ее форм, растительного и животного мира и человеческой популяции. *Основное с экологических позиций «предназначение» - ресурсное и энергетическое жизнеобеспечение биоты – реализуется через ресурсную, геодинамическую, геофизическую и геохимическую функции.* Социально-экономические, нравственные, эстетические аспекты функциональных взаимодействий человека и природы авторы оставляют за рамками рассмотрения, так как они выходят за пределы профессиональных геологических знаний и, как нам представляется, составляют сферу интересов социальной экологии.

Ресурсная геологическая экологическая функция литосферы определяет роль минеральных, органических и органоминеральных ресурсов и геологического пространства литосферы для жизни и деятельности биоты как в качестве биогеоценоза, так и социальной структуры; *геодинамическая экологическая функция литосферы* отражает свойства литосферы влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные процессы и явления; *геохимическая экологическая функция литосферы* отражает свойства литосферы влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания че-

ловека через природные и антропогенные процессы и явления; *геохимическая экологическая функция литосферы* отражает свойства геохимических полей (неоднородностей) литосферы природного и техногенного происхождения влиять на состояние биоты в целом, включая человека; *геофизическая экологическая функция литосферы* отражает свойства геофизических полей (однородностей) литосферы природного и техногенного происхождения влиять на состояние биоты, включая человека (рисунок 1).

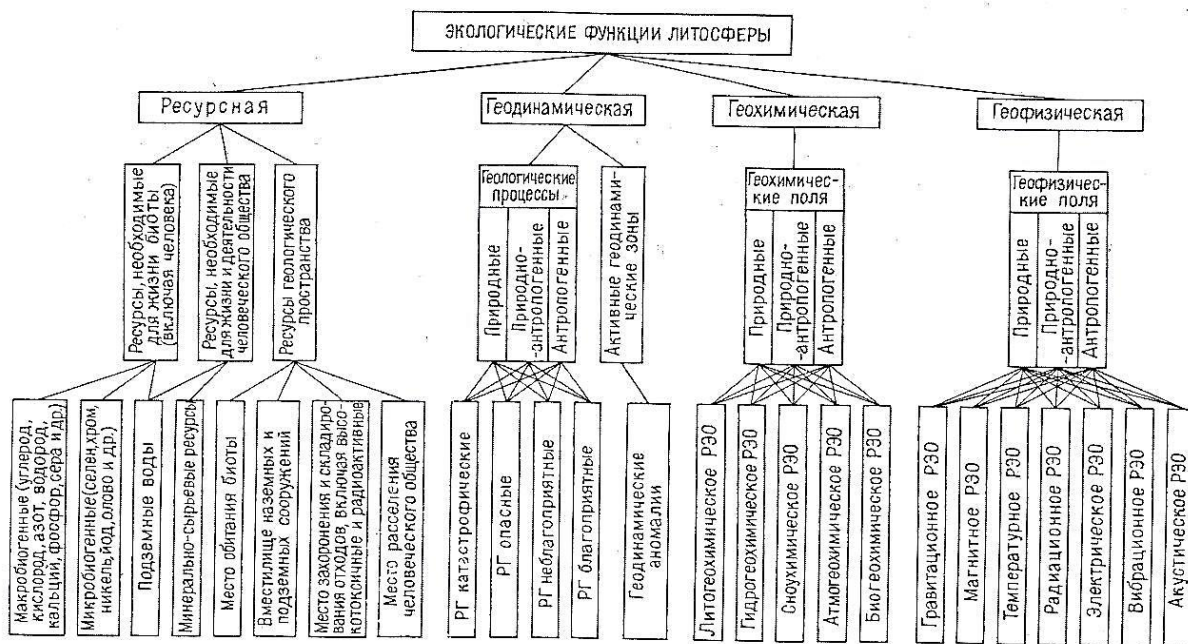


Рис. 1. Систематика экологических функций литосферы и их составляющих (по В.Т. Трофимову и Д.Г. Зилингу). РГ – разного генезиса; РЭО – разной экологической опасности

Экологические функции литосферы и их современная выраженность обусловлены эволюционным развитием Земли под воздействием природных и техногенных факторов. Первоначально при рассмотрении вопроса **об этапах формирования экологических функций** были выделены **два этапа** – первый, сугубо *природный*, охватывающий временной этап от зарождения жизни на Земле (около 3,5 млрд лет назад) до развития человеческой цивилизации, и второй этап, *природно-техногенный*, охватывающий последние 200 лет и являющийся порождением техногенеза [2, 4]. Позже было показано, что второй этап правильнее называть *техногенно-природным*, поскольку и на этом этапе природные геологические процессы – решающие в развитии экологических функций литосферы в общепланетарном, а также и в региональном планах.

В.В. Куриленко [1, 5] подошел к рассматриваемому вопросу с более широких позиций. Он показал, что важным этапом эволюционного развития Земли был период, когда на ней еще отсутствовала жизнь. Именно в этот период осуществлялось формирование экологических функций в качестве подготовительных и необходимых условий, благоприятных для зарождения жизни на Земле, а также их последующего развития в процессе эволюционных событий, происходивших и происходящих на нашей планете. Последующее единство экологических функций абиотической компоненты как *среды, благоприятной для зарождения и существования живого вещества, так и биотической составляющей*, развивающейся и функционирующей во взаимодействии с ней, предопределило эволюционное развитие биосферы Земли в целом, а также энергетическое обеспечение в ней баланса веществ.

Ход становления и развития экологических функций абиотических сфер Земли и их роль в формировании биосферы на Земле как в природных, так и в природно-техногенных условиях с учетом тектонических закономерностей развития Земли и эволюции биосферы описывается в [1] следующей последовательностью: 1) *образование Земли в результате слипания и последую-*

щего роста (аккреции) твердых холодных частиц – планетезималей; 2) зарождение экологических функций на Земле (конец архея), которые определили возможность образования биосферы; 3) становление георесурсной, геодинамической, геохимической и геофизической экологических функций Земли в протерозое предопределило условия появления жизни, а вместе с тем начало формирования и развития биосферы в природных (естественных) условиях; 4) влияние георесурсной, геодинамической, геохимической и геофизической экологических функций определило на границе протерозоя и палеозоя развитие биоразнообразия как в протоокеане, протоатмосфере, так и на суше, а произошедшая биотическая катастрофа способствовала появлению автотрофов (хемо- и фотосинтетиков) и гетеротрофов, а также продуцентов (производителей), консументов (потребителей) и редуцентов (разрушителей, минерализаторов), а вместе с тем и формированию биотического круговорота на Земле; 5) трансформация георесурсной, геодинамической, геохимической и геофизической «экологических функций» в природных (естественных) условиях, при появлении и возрастающей роли антропогенного фактора; 6) формирование и развитие георесурсной геодинамической, геохимической и геофизической экологических функций и биосферы в современных природно-техногенных условиях при активном влиянии антропогенного фактора. Постепенно человечество все больше начинает осознавать необходимость подчинения своего воздействия на биосферу природоохранной парадигме, т.е. ограничение антропогенного влияния на биосферу ее способностью к самовосстановлению.

Какова же современная позиция по обсуждаемому вопросу? Исходя из описанного хода эволюции природных сред в геологической истории Земли выделим **три основных временных этапа формирования экологических функций** геосферных оболочек Земли. **Первый этап** охватывает период от образования Земли, когда экологические функции на ней отсутствовали, не было гидросферы, а атмосфера была представлена разреженными благородными газами, до формирования экологических функций абиотических сфер, которые определили возможность зарождения жизни на Земле. **Второй этап** охватывает период от зарождения жизни на Земле (около 3,5 млрд л.н.), т.е. когда единство экологических функций абиотической компоненты как *среды, благоприятной для зарождения и существования живого вещества*, и биотической составляющей предопределило становление и эволюционное развитие биосферы Земли до появления человеческой цивилизации. **Третий этап** – *техногенно-природный* – охватывает временной интервал ~200 лет, в основном он порожден техногенным фактором. В перспективе, вероятно, обособится и **четвертый этап**, который будет связан с началом осознания человеческим разумом необходимости подчинить свое воздействие на биосферу *природоохранной парадигме* [5].

Кратко охарактеризуем специфику техногенно-природного этапа развития экологических функций литосферы. В концентрированном виде сведем ее к шести следующим позициям:

1) трансформация экологических функций литосферы на этом этапе – закономерный процесс, один из этапов их развития в ходе эволюции Земли;

2) трансформацию претерпевают все экологические функции литосферы – и ресурсная, и геодинамическая, и геохимическая, и геофизическая, причем наиболее резко это выражается в отношении первой и третьей функций;

3) трансформация всех экологических функций литосферы на этом этапе происходит под воздействием как **природных**, так и **техногенных факторов**, причем первые и в глобальном, и в региональном планах являются сейчас определяющими;

4) техногенное воздействие обуславливает, главным образом, локальную, местами регионально выраженную трансформацию экологических функций литосферы, а часто – формирование техногенных аномалий – принципиально нового явления в истории развития эколого-геологических условий;

5) трансформация экологических функций литосферы под влиянием техногенеза приводит как к позитивному, так и негативному (что, к сожалению, чаще) изменению их качества; в целом ряде случаев *возможно управление* этими изменениями;

б) трансформация экологических функций литосферы приводит к усложнению полей их пространственного распределения, особенно в районах интенсивной инженерно-хозяйственной и военной деятельности.

Характеристика этих позиций приведена в серии монографий и учебных изданий [3, 4, 6, 7].

Список литературы

1. Куриленко В.В., Иванюкович Г.А. Геологические аспекты эволюции биосферы. -СПб.: Изд-во СПбГУ. -2013. с.
2. Теория и методология экологической геологии / Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Брабошкина Т.А. и др. Под ред. В.Т.Трофимова. - М.: Изд-во Моск. ун-та. 1997. - 367 с.
3. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза / Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д., Харькина М.А.; под редакцией В.Т.Трофимова. - М.: Изд-во «Ноосфера», 2006. - 720 с.
4. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. - М.: Геоинформмарк. 2002. -415 с.
5. Трофимов В.Т., Куриленко В.В. Экологические функции абиотических сфер Земли: содержание и значение для становления нового теоретического базиса геоэкологии // Вестн. Моск. ун-та. Сер.4. Геология, 2015, № 3. С.93-102.
6. Экологические функции литосферы / Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А. и др. Под редакцией В.Т.Трофимова. - М.: Изд-во Моск.ун-та. 2000. - 432 с.
7. Эколого-геологические условия России. Том 2. Трансформация экологических функций литосферы территории России под влиянием антропогенного воздействия и ее экологические последствия / В.Т. Трофимов, М.А. Харькина, Т.А. Барабошкина и др. - М.: «КДУ», «Университетская книга», 2016. - 280 с.

STAGES OF THE FORMATION OF THE ECOLOGICAL FUNCTIONS OF THE LITHOSPHERE: BACKGROUND, ACTUAL POSITION, THE SPECIFICS OF THE TECHNOGENIC NATURAL STAGE

*Victor T. Trofimov, trofimov@rector.msu.ru
LomonosovMoscowStateUniversity, Moscow, Russia*

Abstract.The content of the concepts "ecological functions of the lithosphere" and their types - resource, geodynamic, geochemical and geophysical are given. The history of views on the stages of development of these functions is described. It is shown that it is logical to distinguish three stages. The first one is natural - before the appearance of life on the Earth, the second one is from the birth of life till the development of technogenesis, the third one is technological natural. Six specific features of the last stage are formulated.

Keywords.Ecological geology; ecological functions of the lithosphere; stages of formation of the ecological functions of the lithosphere; peculiarities of the technogenic natural stage.

УДК551.1/4

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАССИВОВ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

*Б.Д. Чадромцев, bogdan.chadromtsev@yandex.ru, В.А. Королёв, va-korolev@bk.ru
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет,
кафедра инженерной и экологической геологии, Москва, Россия*

Аннотация. В работе приводится характеристика особенностей эколого-геологической систем (ЭГС) массивов глинистых грунтов на примере территорий Клинско-Дмитровской гряды. Описывается методика и результаты полевого исследования компонентов ЭГС: микробоценозов, фитоценозов, зооценозов почв и подстилающих их суглинков, представляющих литотоп. Отмечаются специфические экологические функции массивов глинистых пород. Показано, что:

1) представительными для изучения ЭГС глинистых массивов являются территории, имеющие выход глиняных пород на поверхность и имеющие развитые фитоценозы; 2) ЭГС глинистых массивов характеризуются характерными особенностями, обусловленными специфическими экологическими функциями их литотопов, а также типичными чертами, отражающими состав и свойства их микробиоценозов, фитоценозов и зооценозов.

Ключевые слова: эколого-геологическая система, массив глинистых пород, Клинско-Дмитровская гряда, микробиоценоз, фитоценоз, зооценоз, эдафотоп, литотоп.

Введение. В связи с развитием представлений об эколого-геологических системах (ЭГС) весьма актуально изучение таких ЭГС, которые имеют в своем составе различные литотопы. По В.Т. Трофимову ЭГС рассматривается как определенный объем литосферы с функционирующей непосредственно в нем или на его поверхности биотой, включая человека или социум, и испытывающий природные или техногенные воздействия [11]. Уже имеются работы по описанию ЭГС песчаных массивов [12], но пока нет работ по характеристике специфических особенностей ЭГС массивов глинистых грунтов. Поэтому целью данной работы является характеристика ЭГС массива глинистых грунтов. Для её достижения были поставлены следующие задачи:

- 1) выбрать и обосновать массивы для исследования;
- 2) охарактеризовать специфические особенности ЭГС массивов глинистых пород.

Методика исследований. Решение поставленных задач проводилось на примере массивов глинистых пород, распространенных на территории Клинско-Дмитровской гряды Московской области. Летом 2019 года было выполнено опробование некоторых компонентов ЭГС (литотоп, эдафотоп и фитоценоз) на трех участках в пределах Клинско-Дмитровской гряды. В качестве обследуемых участков были выбраны окрестности г. Дмитрова, г. Солнечногорска и пос. Менделеево, так как на них находятся развитые лесные сообщества, и выходят на поверхность покровные суглинки, что позволяет рассматривать их как ЭГС глинистых массивов.

Непосредственно «в поле» изучались все компоненты ЭГС: было проведено определение основных видов растений в нескольких точках наблюдений с их фотофиксацией и записью в полевой дневник. Велось наблюдение за животными. Для отбора проб суглинков и почв были вырыты шурфы глубиной 1,3 м. В г. Дмитров суглинок был отобран непосредственно из стенки Дмитровского карьера. Пробы почв и суглинков заворачивались в мокрую газету и упаковывались в два плотно прилегающих к образцу полиэтиленовых пакета для сохранения естественной влажности образца. Почва также отбиралась в металлическое кольцо для определения плотности естественного сложения методом режущего кольца.

В лаборатории определялись: гранулометрический состав суглинков, естественная влажность весовым методом, плотность твердых частиц пикнометрическим методом с керосином, плотность естественного сложения методом режущего кольца и плотность естественного сложения методом парафинирования и гидростатического взвешивания [6].

Особенности литотопа. Клинско-Дмитровская ледниково-денудационная возвышенность характеризуется преимущественно холмисто-грядовым ледниковым рельефом с абсолютными отметками 250–280 м, крутым северным уступом и обращена к Верхневолжской низине, а с юго-востока окаймляется аллювиально-зандровой равниной [13].

Верхний горизонт толщи ледниковых отложений, сложенный красновато-коричневыми суглинками, образует рельеф территории. Для суглинков среднего горизонта характерны серовато-коричневый цвет и большая однородность по составу, хотя они и схожи с расположенными выше суглинками верхнего горизонта. Нижний горизонт представлен существенно более глинистыми и темноцветными, от темно-коричневых до темно-серых и черных, суглинками. Их окраска сформировалась из-за наличия в них органоминерального комплекса мезозойских глин. Каждый горизонт обладает характерной слоистостью. А каждый слой имеет свой состав, структуру и текстурные признаки.

В кровле горизонтов выделяются слои, обогащенные в различной степени прослоями песка, придающими суглинкам псевдослоистую текстуру. Суглинки и супеси, залегающие в

кровле, характеризуются наибольшей изменчивостью гранулометрического состава, состояния и свойств. Слой суглинков (таблица 1), выделяемым в средней части горизонтов, свойственны массивная текстура пород и относительное постоянство состава и свойств. В нижних слоях горизонтов разнородность состава, а следовательно, физических свойств, обусловлены влиянием коренных пород ложа ледника [8].

Эколого-ресурсные функции глинистых массивов определяются тем, что глина является местом обитания (временным или постоянным) некоторых организмов, добывается как полезное ископаемое [5]. На территории Клинско-Дмитровской гряды идет разработка глины для её дальнейшего применения в строительстве. Для растений глина служит субстратом, источником минеральных веществ и воды. А некоторые виды животных используют глинистый грунт как ресурс геологического пространства. Также, деревенские ласточки используют глину для строительства своих гнезд.

Таблица 1

Характеристика суглинистых грунтов Клинско-Дмитровской гряды

	г. Дмитров	г. Солнечногорск	пос. Менделеево
Влажность естественная, %	20,3	19,6	11,9
Плотность естественного сложения, г/см ³	2,07	1,75	2,08
Плотность твердых частиц, г/см ³	2,79	2,79	2,75
Пористость, %	38,4	47,7	32,4
Коэффициент пористости, д.ед.	0,62	0,91	0,48

Литотоп глинистый на трех изученных участках обладает рядом специфических эколого-геологических функций:

Эколого-геохимические функции глинистых массивов заключаются в способности глинистых минералов сорбировать разнообразные химические соединения, участвовать в миграции элементов и реакциях обмена. На основе глин создаются защитные экраны. За счет низкого значения фильтрационных параметров и способности накапливать в себе загрязнения глины не дают токсикантам с полигонов отходов попасть в водоносные горизонты [5]. Так на территории гряды глиняные пласты препятствуют распространению загрязнений от агрокомплексов, заводов и полигонов бытовых отходов. За счет жизнедеятельности организмов происходит изменение минерального состава глин. Постоянно идёт обмен элементами между массивом и обитающим на нем флоре и фауне.

Эколого-геодинамические функции глинистых массивов обусловлены влиянием глин на геодинамические процессы такие как: эрозия, оползни, набухание и другие. При строительстве необходимо учитывать особенности глинистых грунтов, обусловленные их консистенцией, чтобы обеспечить устойчивость городских инженерных сооружений. Изменение консистенции глинистых грунтов от твердой до пластичной и текучей приводит к снижению их прочности и вязкости, увеличению деформируемости [5].

Так, вдоль бортов Дмитровского карьера наблюдаются оползневые процессы. А учитывая то, что рельеф Клинско-Дмитровской гряды довольно расчлененный, можно отметить особую роль глинистых массивов в формировании оврагов и оползней. Для района характерна и сильно развитая дорожная сеть, а значит глины испытывают вибрацию, что может привести к разжижению грунтов и разрушению дорог.

Эколого-геофизические функции глинистых массивов проявляются в наличии физических полей создаваемых этими массивами. Например, глинистые минералы обладают специфическими теплофизическими, электрическими и магнитными свойствами [1] и, следовательно, производят характерные геофизические поля. Можно предположить, что на Клинско-Дмитровской гряде массивы глинистых грунтов также формируют особенные температурные, магнитные, электрические и радиационные геофизические поля.

Особенности эдафотоп. Преобладают хорошо дренированные дерново-средне- и сильноподзолистые почвы на покровных суглинках [2]. Эти почвы формируют эдафотоп (таблица 2).

Необходимо отметить, что по литературным данным почвы Клинско-Дмитровской гряды имеют большее значение влажности — 17-20% [9], что можно объяснить различными погодными условиями пробоотбора. Различие в плотности твердых частиц в почвах и подстилающих их породах можно объяснить большим количеством разнообразных органических и органоминеральных веществ в почвах.

Особенности микробоценоза. Среди бактерий эдафотоп исследуемых территорий наиболее широко представлена фила *Proteobacteria* с долей в сообществе *Actinobacteria* около 20 %, также присутствуют *Acidobacteria* (5 %) и *Firmicutes* (5 %). Не диагностируемые до фила микрорганизмы составили 15-20 %. К филам, на долю которых в сообществе приходилось около 1 %, можно отнести *Crenarcheota*, *Verrucomicrobia*, *Bacteroidetes* и *Gemmatimonadetes*. Масса организмов из всех оставшихся фил составляет 1%. Всего исследователями было выделено 300 родов микрорганизмов [3].

Таблица 2

Характеристика суглинистых почв Клинско-Дмитровской гряды

	г. Дмитров	г. Солнечногорск	пос. Менделеево
Влажность естественная, %	11,5	16,3	12,7
Плотность естественного сложения, г/см ³	1,64	1,18	1,15
Плотность твердых частиц, г/см ³	2,73	2,65	2,72
Пористость, %	46,2	61,9	62,5
Коэффициент пористости, д.ед.	0,86	1,62	1,67

Особенности фитоценоза. По классификации В.Н. Сукачева [10] в фитоценозах Клинско-Дмитровской гряды наиболее распространены сложные и зеленомошные типы леса. Доминирующими коренными являются ельники лещиновые (*Piceetum corylosum*) и ельники кисличные (*Piceetum oxalidosum*), которые характеризуются богатым подлеском и живым напочвенным покровом.

Также был проведен анализ определенной в маршрутах флоры с целью выявить факультативные и облигатные виды растений для ЭГС глинистых массивов. Под облигатными, как известно, понимаются растения, свойственные лишь данной экосистеме – на массиве глинистых пород, а под факультативными – произрастающие не только на суглинистых, но и прочих почвах и породах (таблица 3).

Таблица 3

Облигатные и факультативные виды растений глинистых массивов Клинско-Дмитровской гряды

	г. Дмитров	г. Солнечногорск	пос. Менделеево
Облигатные виды	папоротник, хвощи, кислица, ель, осина, ольха, береза, рябина, клён, дуб		
Факультативные виды	крапива, иван-чай, сосна	крапива, чистотел, малина, смородина, репейник	крапива

Особенности зооценоза. Глинистые массивы изучаемых участков являются средой обитания различных животных, от беспозвоночных до млекопитающих. Среди беспозвоночных На территорию Клинско-Дмитровской гряды заходят ареалы более 30 видов рыб [2]. Также отме-

чено насколько видов пресмыкающихся [7], гнездятся около 120 видов птиц [2], описано наличие около 50 видов млекопитающих [7].

Кроме того, для района характерна и сильная антропогенная нагрузка: города (Клин, Солнечногорск, Дмитров и др.), карьеры, заводы и агрокомплексы [4]. Однако в нашем исследовании рассматривались лишь природные ЭГС.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее представительными для изучения ЭГС глинистых массивов являются территории, имеющие выход глиняных пород на поверхность и имеющие развитые фитоценозы;
2. ЭГС глинистых массивов характеризуются характерными особенностями, обусловленными специфическими экологическими функциями их литотопов, а также типичными чертами, отражающими состав и свойства их микробоценозов, фитоценозов и зооценозов.

Список литературы

1. Алексеева Т.В. и др. Преобразование глинистых минералов под воздействием алкалофильного циано-бактериального сообщества // Микробиология. 2009. Т. 78. №. 6. С. 816-825
2. Волков С.Н., Самодуров А. И. Особенности рекреационного потенциала лесных биогеоценозов Клино-Дмитровской гряды // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство. 2012. №. 5. С. 62-65
3. Думова В.А., Першина Е.В., Мерзлякова Я.В., Круглов Ю.В., Андронов Е.Е. Основные тенденции в формировании почвенного микробного сообщества в условиях стационарного полевого опыта по данным высокопроизводительного секвенирования библиотек гена 16S-rРНК // Сельскохозяйственная биология, № 5. 2013. С. 85-92
4. Заводы и промышленные предприятия Дмитрова [электронный ресурс] <http://www.wiki-prom.ru/city/58city.html>, дата обращения 24.04.2019
5. Королёв В.А. Экологическая роль глин и глинистых минералов // Инженерная геология. 2019. Т. XIV, № 1. С. 60-71
6. Лабораторные работы по грунтоведению: уч. пособие / Под ред. В.Т.Трофимова и В.А.Королёва, изд. 3-е испр. и доп / В. А. Королёв, В. Т. Трофимов, Е. Н. Самарин и др. — КДУ Москва, 2017. 654 с.
7. Лаппо Г.М., Мильков Ф. Н., Хорев Б. С. (ред.). Российская Федерация: Центральная Россия. — М.: Мысль, 1970. 907 с.
8. Меркулов А.В. Ледниковые отложения центральных областей Восточно-Европейской (Русской) равнины и их краткая инженерно-геологическая характеристика. — М.: ИНФРА-М, 2016. 319 с.
9. Поздняков А.И. и др. Анизотропия свойств некоторых антропогенно-преобразованных почв подзолистого типа // Почвоведение. 2009 №. 11. С. 1308-1319.
10. Сукачев В.Н. и др. Основы лесной биогеоценологии. — М.: Наука, 1964. 204 с.
11. Трофимов В.Т., Королёв В.А. Эколого-геологические особенности массивов песчаных грунтов // Инженерно-геологическое и эколого-геологическое изучение песков и песчаных массивов // Тр. Межд. научн. конф. (27-28 сентября 2018 г., МГУ, Москва, Россия) / Под ред. В.Т.Трофимова и В.А.Королева — ООО "СамПринт"г. Москва, 2018. С. 233–244.
12. Трофимов В.Т. Эколого-геологическая система, её типы и положение в структуре экосистемы // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2009. № 2. С. 48–52.
13. Шик С.М. О границах распространения ледников в центральной части европейской России // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода № 10, 2010. С. 100-107

PECULIARITIES OF ECO-GEOLOGICAL SYSTEMS OF CLAY ROCK MASSIFS

*B.D. Chadromtsev, bogdan.chadromtsev@yandex.ru, V.A. Korolev, va-korolev@bk.ru
Lomonosov Moscow State University, Faculty of geology, Department of Engineering and ecological geology, Moscow, Russia*

Abstract. Peculiarities of ecology-geological systems (EGS) of clay rock massifs are shown in this article on a basement of Klin-Dmitrov ridge. Methods and results of field research of EGS compo-

nents (microbiocenosis, phytocenosis, zoocenosis, litotop, edaphotop) are described. Also specific ecological functions of clay rock massifs are noted. It has been shown that: 1) representative areas for the study of the EGS of clay massifs are areas that have clay outcrop to the surface and have developed phytocenoses; 2) EGS of clay arrays are characterized by features due to the specific ecological functions of their lithotopes, as well as typical features reflecting the composition and properties of their microbiocenoses, phytocenoses and zoocenoses.

Keywords: eco-geological system, clay rock massif, Klin-Dmitrov ridge, microbiocenosis, phytocenosis, zoocenosis, litotop, edaphotop.

УДК 624.131.

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ОСНОВА ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА АСТРАХАНСКОМ ГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Н.Ф.Федорова, nadezhda.fedorova.59@inbox.ru

Астраханский государственный университет, г.Астрахань, Россия

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы, которые неизбежно возникают при создании и эксплуатации промышленных объектов и их взаимодействие с геологической средой, которая активизирует многие природные процессы и явления, в первую очередь, геодинамические или связанные с ними.

Ключевые слова: месторождение, геодинамика, тектоника, газохимический комплекс, промышленная безопасность.

Практика строительства и эксплуатации объектов и производств, связанных с освоением и использованием недр, показала, что эффективность и безопасность их функционирования может быть обеспечена только при предварительной оценке природно-техногенных рисков, включая и осуществление мониторинга геодинамических процессов геологической среды [1].

В настоящее время при эксплуатации объектов топливно-энергетического комплекса в полной мере не учитываются геодинамические условия участка расположения объекта, как и/или магистральных продуктопроводов которые прежде всего, определяются особенностями геологического строения и, естественно, напряженно-деформированным состоянием земной коры.

Предприятия по добыче, транспортировке нефти и газа и геологическая среда образуют сложную природно-техническую систему. При создании и эксплуатации промышленные объекты взаимодействуют с геологической средой, активизируя многие природные процессы и явления, в первую очередь, геодинамические или связанные с ними. Установлено, что места наибольшей концентрации аварий на трассах нефтегазопроводов, расположены в зонах установленного влияния активных разломов земной коры различного ранга [2].

Считать разломы активными, т.е. представляющими собой тектонически напряженные и склонные к динамике участки недр, в пределах которых повышается вероятность возникновения природно-техногенных рисков, позволяют такие признаки, как: газовые аномалии (метан и гелий, эманаии радона), линейная трещиноватость пород, повышенная проницаемость зоны предполагаемого разлома, современные смещения, зафиксированные инструментальными измерениями. Эффективную эксплуатацию объектов повышенной опасности можно обеспечить, если из множества разломов земной коры будут выделены те, которые сохранили или усиливают свою активность под влиянием техногенной деятельности.

На территории Астраханского газоконденсатного месторождения с 2002 г. действует Астраханский комплексный геодинамический полигон. Сеть геодинамического полигона охватывает наиболее важные участки размещения природно-технического комплекса АГКМ, включающие фонд эксплуатационных скважин, газоперерабатывающий завод и зоны предполагаемых тектонических нарушений (рис.).

Астраханское газоконденсатное месторождение характеризуется высоким содержанием агрессивных компонентов в составе газа, его коррозионной активностью и токсичностью, наличием аномально высокого пластового давления, высоким конденсатным фактором, высокой температурой гидратообразования [5].

Выделение потенциально опасных зон на территории месторождения осуществляется на основании прямых геодинамических наблюдений (деформационных и на результатах повторно-нивелирования, GPS-наблюдений и т.д.). На основе морфоструктурного анализа земной поверхности проводится комплексное выявление системы подчиненных блоков и единой сети субвертикальных нарушений осадочного чехла. Максимально используются материалы геологических, тектонических, сейсмических работ, а также результаты проведенных на местности атмогеохимических и геомикробиологических исследований.



Рис. Обзорная схема территории исследования

При детальном изучении всех этих работ на территории АГКМ были выявлены потенциально геодинамически опасные зоны. В западной части месторождения было выявлено тектоническое нарушение, определенное как грабен субширотного простирания. Эта зона выделяется высокими значениями эманаций радона (87-116 Бк/ м³). Гелиметрическое опробование скважин с межколонными давлениями выявило повышенное содержание гелия в межколонных пространствах скважин [3,4].

Выявленное по геолого-геофизическим данным тектоническое нарушение в районе скв. №№918, 923 подтверждается радоновой съемкой. Значения эманаций радона составляют 104-297 Бк/ м³. В районе скв. №214 выявленное тектоническое нарушение также подтверждается эманационной съемкой и значения эманаций радона достигают 116 Бк/ м³.

В этом же районе (скв. №№714, 722, 721) отмечается зона повышенных температур в интервале продуктивного пласта -122°С - 124,6 °С при норме 112 °С.

Тектоническое нарушение субмеридионального простирания, проходящее через центральную часть АГКМ также подтверждается атмогеохимическими исследованиями. В этой зоне эманации радона составляют 58-250 Бк/ м³ [3,4].

Выделение на территории АГКМ мест повышенного геодинамического риска дает возможность обоснованно выбирать участки для дальнейшего размещения эксплуатационных скважин и других объектов обустройства. Исследования по изучению блоковой структуры месторождения обозначили участки тектонических нарушений, что определяет объем и виды

дальнейших исследований на геодинамическом полигоне. Все это дает возможность предупредить возникновение возможных аварийных ситуаций, связанных с геодинамическим фактором.

Список литературы

1. Касьянова Н.А. Экологические риски и геодинамика. Научный мир. М: 2003. - 332 с.
2. Рудаков В.П. Эманионный мониторинг геосред и процессов. Научный мир. М: 2009. - 176 с.
3. Федорова Н.Ф., Мерчева В.С., Быстрова И.В. Геолого-геохимический мониторинг на Астраханском газоконденсатном месторождении. Геология, география и глобальная энергия. Астрахань. НТ №2(45). 2012. - С. 155-162.
4. Федорова Н.Ф., Мерчева В.С., Быстрова И.В., Федорова А.А. Эколого-геодинамический мониторинг на Астраханском газоконденсатном месторождении. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. М.: НТЖ. №9.2013.- С.29-34.
5. Федорова Н.Ф., Быстрова И.В., Завьялов А.В. Охрана окружающей среды при промышленной разработке Астраханского газоконденсатного месторождения. V Международная научно-практическая конференция. «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы». Воронеж. Изд-во «Научная книга». 2017. - С.320-323.

GEOLOGICAL LAND STRUCTURAL BASIS OF GEODYNAMIC MONITORING ON THE ASTRAKHAN GAS-CONDENSATE FIELD

*Fedorova Nadezhda nadezhda.fedorova.59@inbox.ru .
Astrakhan State University, Astrakhan, Russia*

Abstract: In article questions which inevitably arise during creation and operation of industrial facilities and their interaction with the geological environment which intensifies many natural processes and the phenomena, first of all, geodynamic or related are considered

Keywords: field, geodynamics, tectonics, gas-chemical, industrial safety.

УДК 556.388:661.632.2

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ РЕЛЬЕФА И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЛАНДШАФТА ГОМЕЛЬСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА

*О.В. Шершнёв¹, gomelgeo@yandex.ru, А.И. Павловский¹, airpavlovsky@mail.ru,
И.И. Косинова², kosinova777@yandex.ru*

¹Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь, ²Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Приведены результаты оценки трансформации рельефа и химического состава подземных вод в районе размещения отвалов фосфогипса ОАО «Гомельский химический завод». Охарактеризованы техногенные формы рельефа и геологические процессы в зоне влияния отходов фосфогипса. Проанализировано пространственное распространение загрязняющих компонентов в подземных водах.

Ключевые слова: промышленный ландшафт, подземные воды, преобразование рельефа, загрязнение.

Промышленные ландшафты оказывают значительное и разнообразное влияние практически на все компоненты природной среды.

На территории размещения производственных отходов фосфогипса ОАО «Гомельский химический завод» (ГХЗ) наиболее остро техногенное воздействие проявляется в трансформации естественного рельефа и химического состава подземных вод, в особенности верхних водоносных горизонтов.

В основу исследования положены данные полевых наблюдений выполненных в период 2017–2018 гг. на территории размещения отвалов фосфогипса в пределах действующей сети мониторинга подземных вод ГХЗ. Кроме того, для анализа техногенной трансформации рельефа применен геоинформационный метод с использованием программного обеспечения SAS.Planet 181221 и ГИС Global Mapper, и данные глобальной цифровой модели рельефа SRTM в виде растровых файлов с пространственным разрешением 90 м/пикс и высотным разрешением 1 м.

Рельефообразование и экзогенные геологические процессы. Территория промышленного комплекса ГХЗ расположена в междуречье рек Сож и Уза. В геоморфологическом отношении местность представляет плоскую, слабо расчлененную равнину с широким развитием аккумулятивных форм рельефа, обусловленных преимущественно эрозионно-аккумулятивной деятельностью ледника днепровского времени [3]. Абсолютные отметки естественной поверхности варьируют от 125 м в пойме р. Рандовка до 139,6 м (пункт государственной геодезической сети) на водоразделе в северо-восточной части в 220 м от отвалов фосфогипса. В границах санитарно-защитной зоны ГХЗ преобладают отметки от 132 до 134 м.

Собственно техногенное рельефообразование в результате производственной деятельности ГХЗ распространено на площади около 3,7 км² и связано, во-первых, с техногенными формами рельефа, во-вторых, с сооружением рельефоподобных морфообразований (строения и инженерная инфраструктура).

Техногенный рельеф представлен положительными и отрицательными формами, которые в совокупности распространены на площади 1,6 км².

Среди положительных форм доминирующими являются отвалы фосфогипса, которые занимают площадь около 0,90 км². Они образованы системой гребневидных и платообразных отвалов (рисунок 1, таблица 1).

Другие положительные формы представлены единично расположенными линейными объектами – дамбой обвалования (протяженность до 170 м, высота до 1 м), насыпями в пределах технических водоемов, отвалами прудов-шламонакопителей, насыпями авто- и железных дорог, предназначенных для движения технического транспорта.

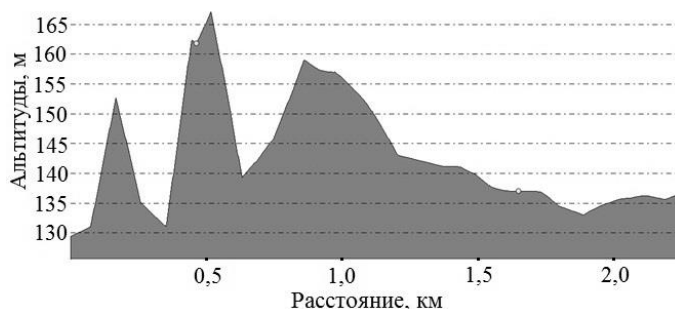


Рис. 1 – Отвалы фосфогипса и геоморфологический профиль

Отрицательные техногенные формы включают выемки, на месте которых образованы: озерно-болотная система (площадь 0,09 км², глубина до 1–1,5 м), карьерные водоемы (площадь 0,4 км², глубина до 2 м), пруд-усреднитель, пруд-шламонакопитель и резервные пруды (глубина 1–2 м), а также систему канав, которые расположены по периферии отвалов. Канавы не сообщаются между собой, их общая протяженность составляет около 3 км, ширина от 6 до 20 м, а глубина от 1 до 2 м.

В пределах территории размещения отвалов фосфогипса экзогенные агенты активизируют развитие геологических процессов. Это проявляется в эродировании поверхности отвалов в результате капельно-дождевого разбрызгивания частиц грунта и размыва временными ручьевыми потоками, дефляции рыхлого материала.

Проявление флювиальных процессов выражается в виде полного эрозионно-аккумулятивного цикла, начиная от делювиального смыва, линейной эрозии и заканчивая эрозионно-аккумулятивной деятельностью временных водных потоков. Процессы оползания и осыпания субстрата отвалов проявляются на отдельных участках наиболее крупных терриконов с крутыми не закрепленными растительностью склонами. Это приводит к накоплению в их основании отложений подобных делювиальным шлейфам. На уплотненных крутых склонах терриконов распространены процессы линейной эрозии. Нередко эрозионные рытвины имеют протяженность от 1 до 3–5 м и ширину от 0,01–0,03 м до 0,1–0,15 м, при глубине до 0,15–0,3 м. Рытвины, как правило, неразветвленные и достигают высокой плотности – до 3–5 единиц на один метр ширины наклонной поверхности.

Перераспределение естественного поверхностного и подземного стока, в том числе за счет техногенного инфильтрационного питания, привело на отдельных площадях к развитию процессов подтопления и заболачивания.

Дезинтеграция вещества отвалов под влиянием физического и химического выветривания приводит к миграции химических элементов и соединений (сульфатов, фосфатов, азота аммонийного). Значительное количество смываемого материала поступает по временным водотокам в озерно-болотную систему и систему канав, а часть в результате инфильтрации в водоносные горизонты.

Таблица 1

Характеристика твердых промышленных отходов ОАО «Гомельский химический завод» по формированию техногенного рельефа

Происхождение	Класс отвалов	Форма отвалов	Преобладающий элемент рельефа	Морфометрическая характеристика рельефа		Возраст отвалов, лет
				высота относительно естественной поверхности, м	угол откоса, град	
Отвалы перерабатывающей промышленности (химического производства)	Шлам фосфогипсовый (продукт переработки апатитового концентрата)	Платообразная	Плато, откосы	10–15 (средневысокие)	15–30	45–48 (старые)
		Платообразная террасированная	Террасы по откосам, плато	10–35 (средневысокие и высокие)	20–30	до 5 (свежие), до 15 (молодые),
		Гребневидная	Системы гребней	35–45 (высокие)	40–50	35–40 (средневозрастные)

Воздействие на подземные воды. Среди макрокомпонентов, основными загрязнителями подземных вод в пределах территории размещения отвалов фосфогипса являются сульфаты,

фосфаты, азот аммонийный [1, 2, 4, 5]. В центре отвалов и их периферии они формируют устойчивое во времени загрязнение грунтового водоносного горизонта (рисунок 2).

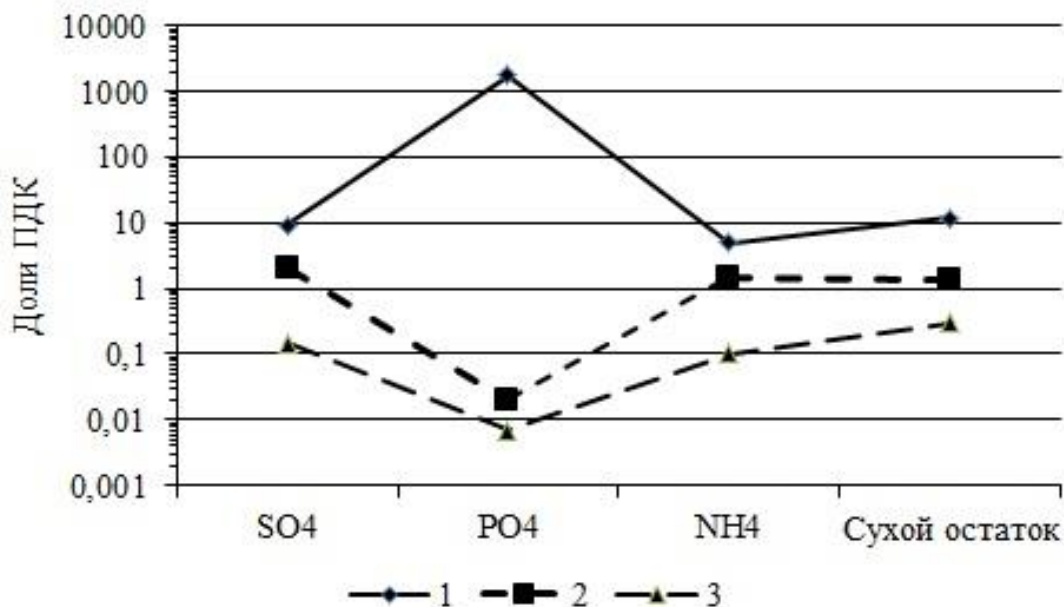


Рис.2 – Концентрации анализируемых показателей загрязнения в грунтовом водоносном горизонте 1 – центральная часть отвалов, 2 – периферия отвалов, 3 – граница СЗЗ.

Максимальные концентрации фосфора фосфатного, превышающие ПДК более чем в 1000 раз, приурочены к его источнику поступления – отвалам фосфогипса, а с удалением к их периферии и границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) по всем направлениям они не превышают установленных нормативов. Это обусловлено низкой миграционной способностью данного элемента, который, по-видимому, поглощается корневой системой растений, органикой и связывается в иллювиальном горизонте химическими реакциями. Сульфатное загрязнение остается преобладающим в пределах периферии отвалов, но его абсолютные величины в 5–15 раз ниже, чем в грунтовых водах центральной части зоны отвалов, при этом превышая ПДК в 0,5–2 раза. Аналогичная закономерность снижения концентраций прослеживается и для азота аммонийного. Грунтовые воды на границе СЗЗ по всем направлениям характеризуются незначительными отклонениями анализируемых компонентов от ПДК.

По величине водородного показателя обстановка грунтовых вод на территории исследования изменяется от сильноокислой ($\text{pH}=2,2$) в пределах отвалов фосфогипса до нейтральной и слабощелочной в периферийной части и на границе СЗЗ.

Воды ниже-среднеплейстоценового (березинско-днепровского подморенного) напорного водоносного горизонта являются преимущественно нейтральными и слабощелочными. В пределах центральной зоны отвалов и их ближней периферии основным загрязнителем водоносного горизонта продолжает оставаться SO_4^{2-} -ион (рисунок 3). Отмечается загрязнение и азотом аммонийным, концентрации которого в большинстве случаев не превышают ПДК. Содержание фосфора фосфатного находится в пределах ПДК, что указывает на отсутствие его миграции через моренные супесчано-суглинистые отложения в напорные водоносные горизонты. Концентрации анализируемых компонентов в водоносном горизонте на границе СЗЗ не превышают 0,2–0,3 ПДК.

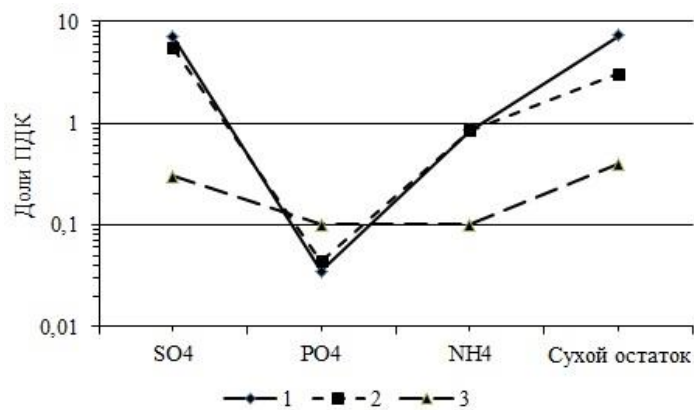


Рис.3 – Концентрации анализируемых показателей загрязнения в березинско-днепровском водоносном горизонте 1 – центральная часть отвалов, 2 – периферия отвалов, 3 – граница СЗЗ.

В палеогеновом напорном водоносном горизонте приоритетным загрязнителем по-прежнему остается сульфат-ион (рисунок 4). Однако сульфатное загрязнение наблюдается лишь в периферийной зоне отвалов, где их концентрации превышают ПДК в 1,1 раза. Очевидно, загрязнение обусловлено сложной гидравлической циркуляцией подземных вод (нисходяще-латеральное движение), изменчивостью проницаемости геологического разреза (увеличение опесчаненности отдельных частей разреза), а также длительностью процесса загрязнения (более 30 лет) на данном участке складирования отвалов фосфогипса.

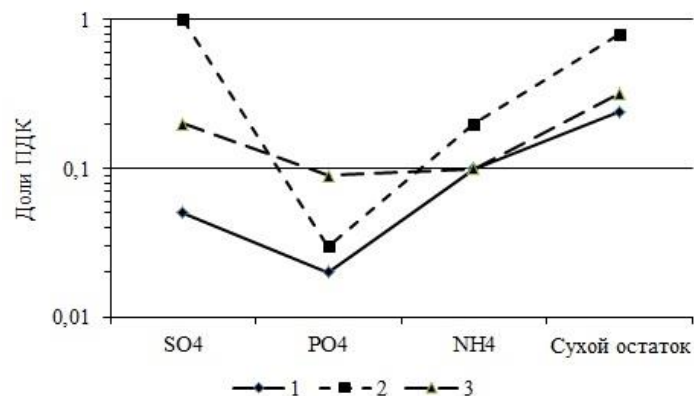


Рис.4 – Концентрации анализируемых показателей загрязнения в палеогеновом водоносном горизонте 1 – центральная часть отвалов, 2 – периферия отвалов, 3 – граница СЗЗ.

Остальные анализируемые компоненты присутствуют в водоносном горизонте в незначительных количествах, измеряемых в десятых и даже сотых долях ПДК. По величине водородного показателя воды палеогенового горизонта относятся к нейтральным и слабощелочным.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, о том, что в пределах промышленного ландшафта ОАО «Гомельский химический завод» наблюдается существенное преобразование естественного рельефа. В свою очередь трансформированный рельеф является причиной изменения условий стока, активизирует и изменяет рельефообразующие процессы, приводит к возникновению вторичных форм рельефа – промоин, просадок, оползней, оврагов, миграции загрязняющих компонентов в подземные воды.

Основным загрязняющим компонентом подземных вод является SO_4^{2-} -ион, доля которого в сухом остатке воды высокой степени загрязнения достигает 60–70%. Сокращение загрязнения прослеживается при продвижении к границе санитарно-защитной зоны, а также вниз по геологическому разрезу. Наименее загрязненными являются воды палеогенового водоносного

горизонта, в котором превышения ПДК отмечаются лишь на локальных участках в пределах периферии отвалов фосфогипса.

Список литературы

1. Жогло, В.Г. Мониторинг подземных вод на водозаборах и экологически опасных объектах юго-востока Беларуси: монография / В.Г. Жогло, А.Н. Галкин. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2008. – 161 с.
2. Коцур, В.В. Гидрогеохимия зоны интенсивного водообмена территории Гомельского химического завода / В.В. Коцур // Литосфера. – № 13. – Минск, 2000. – С. 93–100.
3. Матвеев, А.В. Рельеф Белоруссии / А.В. Матвеев, Б.Н. Гурский, Р.И. Левицкая. – Минск: Университетское, 1988. – 320 с.
4. Шершнёв, О.В. Оценка масштаба и степени загрязнения подземных вод на территории влияния Гомельского химического завода / О.В. Шершнёв, А.И. Павловский, И.О. Прилуцкий // Природные ресурсы. – 2013. – № 1. – С. 44–50.
5. Шершнёв, О.В. Техногенные гидрогеохимические аномалии в зоне влияния отходов химического производства // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. – 2017. – № 1. – С. 130–136.

ASSESSMENT OF TECHNOGENIC TRANSFORMATION OF THE RELIEF AND GROUNDWATER WITHIN THE INDUSTRIAL LANDSCAPE OF THE GOMEL CHEMICAL PLANT

*O.V. Shershnyov¹, gomelgeo@yandex.ru, A.I. Pavlovskii² aipavlovsky@mail.ru,
I.I. Kosinova², kosinova777@yandex.ru*

¹*Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus,*

²*Voronezh State University, Voronezh, Russia*

Abstract. The results of assessing the transformation of the relief and the chemical composition of groundwater in the area of phosphogypsum dumps of Gomel Chemical Plant are presented. The technogenic relief forms and geological processes in the zone of influence of phosphogypsum dumps are characterized. The spatial distribution of pollution in groundwater is analyzed.

Keywords: industrial landscape, groundwater, transformation of the relief, contamination.

УДК 55; 597.552.11+57.046 (571.66)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛИТОСФЕРЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ГРАНИЦ ЗА- ПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЭКОГЕОГРАФИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ. КАМЧАТСКИЙ КРАЙ

Г.П. Яроцкий, ecology@kscnet.ru

*Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения РАН, Петропав-
ловск-Камчатский, Россия*

Аннотация. Показаны аспекты экологических функций литосферы в обосновании выбора границ охраняемых территорий и экогеографическом картографировании. Особый аспект дан в обосновании формирования кормовой базы молоди тихоокеанского лосося в пресноводный период жизни. Дана схема перехода к управляемому рыбохозяйствованию на нерестовых реках лосося на основе Патента РФ №2111656 от 27.5.1998 г. "Способ повышения рыбопродуктивности водоёма".

Ключевые слова: экологические функции литосферы, заповедные территории, методология экогеографического картографирования

Введение

Возникновение в науках о Земле нового научного, учебного и утилитарного направления - экологической геологии - является объективной неизбежностью в процессах использования человеком геологических природных ресурсов [4]. Это направление отразило изменение утилитарного отношения к геологическим знаниям, как обеспечению цивилизации полезными ископаемыми. Цивилизации Земли осознанно пользовались минеральным сырьём разного назначения. В середине XX века возникло представление о конечности многих ископаемых. Это повлекло за собой более бережливое отношение к запасам сырья, и даже нашло отражение в широком мировом распространении положения об устойчивом природопользовании разнообразных природных ресурсов Земли техногенной цивилизацией. Вместе с тем, нужно отчётливо понимать, что концепция устойчивого развития является в значительной мере утопией: подавляющее большинство людей всегда будут думать в первую очередь о себе и своём благополучии, и в самой меньшей мере о потомках, которые будут жить через 25-50 лет! Этому способствует и фактическое благосостояние нынешних людей благодаря систематическому ускорению технического прогресса и разнообразию благ жизни. Именно это, к сожалению, превалирует в нравственности людей. И всё же, научная часть общества продолжает разработки в теории и практике методов и способов сохранения природных ресурсов. Одним из реальных путей в этом - создание особо охраняемых территорий (ООПТ). В этом высоконравственном научно-практическом средстве ставится благородная цель: сохранение биологического вида - животного либо растительного.

Геохимические экологические аспекты в геологической ячеистости Земли

Становление биосферы, её развитие и бесконечное сохранение, лежит в фундаментальных основах геологического мироздания планеты. Первая определена сохранением геохимического состава горных пород в течение длительного геологического времени. Земная кора развивалась в чередующихся геодинамически активизированных многомиллионных во времени эпох эволюции. В них породы изменялись, но не возникали в каждую эпоху заново, а сохраняли главные компоненты геохимического системообразующего начала. Вторая фундаментальная основа - в структурной ячеистости земной коры и литосферы в целом. Структурная ячеистость земли разнообразна и представления о ней совершенствуются. Начиная с планетарной ячеистости на земле к определённому времени сформировались материки, моря, океаны, горные и вулканические системы, и сеть иных последовательных геоструктур. Слагающее их вещество пород порождает различные виды геофизических полей: тепловые, магнитные, электрические, радиоактивные, силы тяжести, упругие и другие. В зависимости от минерального состава горных пород, их объём в структурных ячейках - геоструктурах земной коры - откликается на физические поля Солнца, Луны, Космоса, генерируя и собственные.

Горные породы локализуются в элементарных структурных ячейках, образующих крупные по территориям степи, леса, пахатные массивы, сады и т. п. Разрушение коренных первоначальных пород ячеек (физическое, химическое, микробиологическое и др.) приводит к образованию почв. Водные растворы дренируют почвы и коренные породы, в том числе, водами глубинных потоков. Особым аспектом процессов биогеохимического формирования активных веществ растений являются естественные электрические поля. Они возникают при окислениях рудных элементов залежей и вмещающих пород. Возникшие электрические силовые линии приводят анионы и катионы поровых растворов в упорядоченное движение. Это обеспечивает корневую систему множества разных растений питанием, которое создаёт бесконечное многообразие овощей и фруктов, лекарственных растений, а также микробов, бактерий и животных.

В почвах возникают потоки вещества (жидкие, газообразные), которые усваиваются корневой системой растений, а так же бактериями. Химические элементы и их соединения в почвах под воздействием физических полей ячейки и космоса определяют процессы образования биологически активных веществ растений. Так возникают, например, чай: китайский, ин-

дийский, грузинский, краснодарский, и др. Они множатся в геохимически специализированных почвах в условиях атмосферы и солнечной инсоляции высокогорья. И, в зависимости от геохимического состава почв, приобретают свои отличительные биологически активные вещества, как правило, уникальные. Подобные условия предопределяют выращивание практически всех растений. В дальнейшем растения, содержащие некий набор химических и биологических ингредиентов, потребляются животными.

Геохимические условия формирования начала кормовой пирамиды молоди лосося в пресноводный период её жизни в нерестовых реках

На Северо - Востоке Азии, в Приморье, Дальнем Востоке, реки территорий населяют лососи всех видов, пять из которых являются промысловыми [5, 8]. Лосось является анадромным видом. Он рождается в пресных водах, уходит в морские нагульно - выростные акватории, и через несколько лет возвращается во взрослом состоянии на нерест в родные воды нерестовых рек. После нереста лососи погибают, а поколение молоди с мест нереста уходит по пути родителей в нагульно - выростные моря. Мальки молоди в родных водах в низовьях рек нагуливают вес и рост перед выходом в море. Какие пищевые цепи обеспечивают их пресноводный период жизни? Известен целый ряд насекомых и прочих видов их кормовой цепи. А чем питаются виды начала кормовых цепей? Ответ лежит в микробиологическом преобразовании вещества бурых углей берегов нерестовых рек, как правило, в их средних и нижних течениях. Показано, что ископаемые органические кислоты углей (их в них до 60%) являются объектом микробиологического преобразования вещества углей. Оно содержит также ископаемую органику, и, в совокупности с веществом отмерших лососей (сненкой), в водах образуются эмульсии и суспензии. Эти соединения становятся пищей следующих уровней кормовой пирамиды биогенов реки, в том числе молоди лосося. В смеси эмульсии и суспензии содержится полный набор химических макроэлементов, а также, например, некоторых витаминов, которые синтезируются только микробами. В конечном счёте, молодь лосося потребляет пищу, являющуюся продуктом жизнедеятельности предыдущих уровней цепи [5]. Как объект биогеоценоза, среда обитания мальков лосося является объективной составляющей частью охраны нерестилищ. Вместе с тем, разрушение береговых отложений угля является природным процессом, поэтому охрана нерестовых рек состоит в сохранении этих процессов. Этот аспект охраны среды обитания обеспечивает функционирование геохимической экологической функции геологической среды биогеоценоза лосося [8].

Установленный в Патенте РФ [5] механизм формирования кормовой цепи гидробионтов нерестовых рек является в полной мере экологически обоснованной разработкой угольных пластов нерестовых рек. Охрана среды обитания мальков лосося в пресных водах, в этом случае, заключается в обеспечении гидрологических условий поступления в воды угольной и исключение породной взвесей. Этот технологический аспект эксплуатации угольных месторождений в настоящее время обеспечивается угледобывающей промышленностью. При этом возникает возможность повышать рыбопродуктивность рек путём создания своеобразных детских яслей для молоди в меандрах, старицах, отшнурованных озёрах специально разработанными технологиями создания кормовой базы молоди лосося. Таким образом, возникает реальное экологически безопасное и экономически эффективное рыбководство в лососёвых реках. А также это является альтернативой ныне существующего лососёвого искусственного рыбозаведения на искусственных кормах рыбководных заводов. Именно в искусственных кормах кроется неизвестность последствий существования потомства. Существующие технологические приёмы оплодотворения могут приводить к издержкам инбридинга, возникновению стрейнга и прочих вплоть до генетических.

Некоторые картографические аспекты в методологии экологической геологии.

Среди картографических объектов использования природных ресурсов особое внимание уделено различным картографическим документам производства геоэкологических работ на разных стадиях геологоразведки. В них затрагивается содержание эколого - геологических карт

с отражением различных особенностей геологических комплексов геологической среды в зависимости от ориентации карт. Среди них карты: эколого-ресурсные, эколого-геодинамические, эколого-геохимические, эколого-геофизические и т. п.

В основу методологии картографирования для получения представлений о природно-ресурсном потенциале и аспектах экологического содержания освоения территорий нами положена методология экологической геологии. Она базируется на классических четырёх экологических функциях литосферы и пятой, интегрирующей эти классические функции - биогеоэкологической. Нами акцент функций смещён в сторону геологической среды литосферы. Введём понимание этого определения.

Основой понимания приоритета геологической среды в роли биосферы является классический тезис о сохранении ею (средой) на протяжении многих миллионов лет главного свойства – геохимии элементов и их соединений горных пород. Горные породы среды в процессе многочисленных геодинамических эпох развития Земли, в т.ч. катастрофических, сохраняли свою системообразующую – геохимическую функцию. Она – в сохранении геохимического состава горных пород и почв, вод атмосферы, являющихся генератором почвенного «питательного бульона» биосферы (растений, микроорганизмов, животных). Геологическая среда является приповерхностным слоем части литосферы, в котором сосредоточено около 90% всей биосферы Земли. Слой сложен геохимическими элементами и соединениями почв, горных пород суши, гидросферы, органики, растворённых в воде. Они находятся под воздействием системообразующих геофизических полей пород, геологических структур Земли, Космоса.

Предназначение любой карты заключено в наличии на ней сведений, которые могут быть использованы для получения конечной цели, как то: расположение географических объектов, полезных ископаемых, населённых пунктов, разнообразных природных ресурсов. Эти сведения являются фактическими данными, которые группируются таким образом, чтобы вывести на основании них общие законы и заключения. Это свойство карт даёт представление о главном аспекте научного исследования: установлении закономерностей явлений природы, размещения природных ресурсов. В свою очередь, установление общих законов и заключений приводит к познанию законов развития природы. Рассматривая эти законы с экологических позиций, исследователь в состоянии предусмотреть меры по максимально эффективному не только использованию того или иного ресурса, но и его сохранения и, возможно, длительного устойчивого развития в процессе эксплуатации.

В изложенном аспекте составления экогеографических карт является наиболее эффективным в методологии экологической геологии, соединяющей в себе вышеназванные фактические сведения по природным ресурсам, созданной человеком инфраструктуры их освоения и охраны с целью наиболее эффективного сохранения и воспроизводства.

Познание закономерностей даёт возможность эксплуатировать ресурсы, используя для этого оптимальные методы и средства хозяйствования: военные, дипломатические, технические, технологические, экологические и т. п. Они позволяют получать ресурс (суши, воды, собственно и саму сушу и акваторию как ресурсы), чтобы добывать его, перерабатывать, транспортировать и потреблять конечный продукт. В этом ряду стоит и процесс утилизации т. н. отходов, которых в принципе природа не создала и которые являются побочными продуктами несовершенств методов и средств использования ресурса на этапах его потребления. Методы и средства являются хозяйствованием, зачастую известным под бытовым термином «пользование»: лесопользование, недропользование, водопользование, землепользование и т. д. В хозяйствовании все аспекты экологии любого производства должны быть естественными элементами каждого этапа использования ресурса [7]. В приведенных определениях априори лежит экологический смысл функций геологической среды литосферы и её картографирования.

Роль геологической среды в жизни биосферы Земли.

Заключена в обеспечении создания условий зарождения и развития органической жизни, в т.ч. антропосферных. Без какой либо из названных выше функций это обеспечение, видимо, не может состояться. Методология учения об экологических функциях литосферы позволяет

все объекты природного и антропогенного происхождения систематизировать в картах природных и антропогенных ресурсов в ряде блоков легенды. В последовательном изображении элементов экологических функций в легенде состоит акцент главного ресурса обеспечения зарождения и дальнейшего развития биосферы – геологической среды как части литосферы.

Легенда комплекта карт природных ресурсов.

Основные положения легенд уже рассматривались ранее [3, 6, 7]. Природные и антропогенные ресурсы отображаются в комплекте их двух карт фактов в легенде сфер высокой организации: «Геосфера», «Биосфера» и «Антропосфера». Для первой сферы составлена карта «Геологическая среда и антропосфера» с фактами о косной среде и элементами антропосферы, для второй – «Биосфера и антропосфера» – факты о растительной и животной биоте с элементами антропосферы, как вносящих загрязнение в биосферу, так и созданные человеком для её охраны. Синтезом этих карт является третья – «Генеральная схема природопользования и хозяйствования на территории юга Камчатского края и прилегающих акваториях», созданная на основе интерпретации совокупности ресурсов. Она дана в синтезированном изображении таксонов районирования: территорий, районов, узлов и составлена в своей легенде природно-ресурсного и антропосферного районирования.

Вопросом, возникающим в начале картографирования, является проблема масштаба карты. По Камчатскому краю имеются государственные геологические карты м-ба 1:200 000, материалы которых обобщены в [1]. Съёмками покрыта вся территория и карта «Геологическая среда и антропосфера» составлена нами в масштабе 1:750 000, что позволило исключить лишние детали и получить «равноправное» по территории значительное обобщение по закономерностям геологии, полезных ископаемых, прогнозов. Карта «Биосфера и антропосфера» в масштабе 1:750 000 строилась в отсутствии карт подобных по полноте геологическим, но имеются источники с описанием как отдельных элементов, так и целых самостоятельных систем [2]. Обобщение обеих карт дало возможность интерпретационных построений – «Генеральной схемы природопользования и хозяйствования» в м-бе 1:1 500 000 территории Южной Камчатки [7].

Карта «Геологическая среда и антропосфера» содержит блоки знаков проявления экологических функций. Среди них и блок биогеоценотической экологической функции, которая отражает площади развития геологических угленосных отложений, дренируемых нерестовыми реками тихоокеанского лосося. Её выделение обусловлено Патентом РФ [5, 8] – как источника микробиологического преобразования в начале кормовой базы гидробионтов рек и побережий. Карта «Биосфера и антропосфера» содержит блоки знаков растительных и животных видов, являющихся объектами промысла или охраны (рыбы, животные наземные и морские, дикоросы), редких и малочисленных; птиц – эндемичных, оседлых, перелётные, залётные и т.д.

Карты «Геологическая среда и антропосфера» и «Биосфера и антропосфера» являются «картами фактов». На картах они отражают аналитический дух картографирования. Совместное рассмотрение карт даёт возможность обобщений в виде синтетической карты, которая содержит авторскую концепцию природно-ресурсного районирования территории региона или отдельных его районов. В приведённой методике составлена карта [3] и для пяти районов Камчатского края [6, 7].

Список литературы

1. Карта полезных ископаемых Камчатской области. Масштаб 1:500000. ВСЕГЕИ. С.-Пб, 1999. 19 л.
2. Красная книга Камчатки. Том 1. Животные. Том 2. Растения, грибы, термофильные микроорганизмы. - Петропавловск - Камчатский: Камч. печ. двор. Книжное издательство, 2006 - 272 с., 2007 - 341 с.
3. Корчмит В.А., Яроцкий Г.П. Географическая карта Корякского автономного округа // Патент на промышленный образец № 45407 от 16.04.1999 г. М.: 1999.
4. Экологические функции литосферы // В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг, Т.А. Барабошкина и др. Под. ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 2000. 432 с.

5. Яроцкий Г.П. Патент № 21111656 от 27.05.1998 г. на изобретение «Способ повышения рыбопродуктивности водоёма» // Патентообладатель Г.П. Яроцкий. М.: 1998. 16 с.
6. Яроцкий Г.П. Природно-ресурсное картографирование Корякско-Камчатского региона в методологии экологической геологии // Тр. XII съезда Русского географического общества. Доклады. С.-Пб.: Том 6. 2005. С. 55-64.
7. Яроцкий Г.П. Камчатский край. Перспективы и направления развития территории и охраны природы // Изд-во Институт вулканологии и сейсмологии. П.-Камчатский. Книга 1 – 52 с. Книга 2. 156 с. 2011. 341 с.
8. Яроцкий Г.П. Дикий тихоокеанский лосось Северо-Запада Пацифики. Феномен и путь спасения. Камчатка и Корякия // Монография. LAPLAMBERT Academic Publishing. Germany. Saarbrücken. 2013. 275 с.

THE EARTH LITHOSPHERE'S ECOLOGICAL FUNCTIONS IN THE PROTECTED AREAS BOUNDARIES SUBSTANTIATION AND THE KAMCHATKA KRAI ECO-GEOGRAPHIC MAPPING.

G.P. Yarotsky, ecology@kscnet.ru

Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk - Kamchatsky, Russia

Abstract. The paper presents the ecological and geochemical functions aspects for the protected areas boundaries definition. A special aspect is given in substantiation of the food base formation of the Pacific salmon's fry in the freshwater period of life. The scheme of the transition to the controlled fishery on the salmon's spawning rivers is given on the basis of the RF Patent No. 21111656 dated 05.27.1998 "Method for increasing of the water body fish productivity".

Keywords: geochemical ecological function, protected areas, ecogeographic mapping methodology.

Глава 2

Проблемы техносферной безопасности территорий



УДК614.8.084

ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПАО «СЕВАСТОПОЛЬГАЗ»

Т.И. Андреевко^{1, 2}, О.А. Жидкова¹

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
juakubenko@yandex.ru;

²ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Россия, tatyana-andreenk@mail.ru

Аннотация. Выявлены основные причины возникновения аварии на сети газоснабжения. Рассчитана вероятность возникновения чрезвычайной ситуаций на ПАО "Севастопольгаз" и возможные сценарии её развития. Предложен комплекс мероприятий для уменьшения риска возникновения аварий на ПАО "Севастопольгаз".

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, безопасности населения, оценка рисков, газопровод, ущерб

Рост чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера отражает остроту проблем, обусловленных необходимостью повышения обеспечения безопасности населения. Возникновение ЧС в РФ обусловлено износом промышленного оборудования и человеческим фактором (нарушение правил пожарной безопасности, несоблюдение технологий и т.д.).

Для большинства техногенных ЧС свойственна внезапная инициация, быстрое развитие, что приводит к минимизации временного периода по организации и проведению мероприятий, необходимых для защиты населения. Следовательно, профилактические мероприятия, с целью предупреждения ЧС и максимального снижения потерь и ущерба при их возникновении, должны планироваться, и проводится заблаговременно, в процессе повседневной деятельности объектов экономики.

Основными возможными источниками аварии на сети газоснабжения являются:

- 1) так называемая стресс-коррозия, а также коррозия атмосферная и подземная, влияние внутренней коррозии и эрозии;
- 2) любые механические повреждения, связанные с выполнением различных работ, а также террористическими актами;
- 3) возможные технологические нарушения, приводящие к дефектам труб, оборудования как в процессе изготовления, так и во время транспортировки;
- 4) естественные природные процессы (оползни, сели, размывы и т.д.);
- 5) несоблюдение правил эксплуатации газопроводов;
- б) технические неполадки в оборудовании, приборах и средств автоматизации, технологической связи и т.д. [3].

Рассматриваемое предприятие Публичное акционерное общество по газоснабжению и газификации «Севастопольгаз» (ПАО «Севастопольгаз») расположено в Ленинском районе города Севастополя, по адресу: ул. Гидрографическая, д. 1.

В штатном расписании ПАО «Севастопольгаз» числится 539 человек. Наибольшая работающая смена 503 человека. Износ производственных фондов составляет – 25% .

К основным направления деятельности ПАО «Севастопольгаз» относятся:

- газопроводные работы;
- транспортировка и распределение природного газа;
- выполнение газоопасных работ;
- предоставление населению, учреждениям и организациям услуг по распределению природного газа;
- строительство газовых сетей и сооружений природного газа;
- ремонт и реконструкцию внутридомового газового оборудования и внутридомовых систем газоснабжения.

Опас-

ным веществом, обращающимся на объекте, является природный газ (этан, пропан, но в основном метан). Как известно, метан и этан это малоопасные вещества. У человека вызывают раздражение слизистых оболочек глаз, конъюнктивиты, а в тяжёлых случаях могут привести к пневмонии или потере памяти [4].

Для оценки вариантов развития реализации аварии чаще всего применяют метод «дерево событий». Данный метод дает возможность отследить аварийные ситуации, которые могут возникнуть при отказе оборудования или изменении технологического процесса, выступающие иницирующими событиями. «Дерево событий» предполагает регистрацию последовательности событий и позволяет выстраивать взаимосвязи между источниками инициации процесса и последующими событиями, сочетание которых может привести к ЧС. При этом наиболее опасные из них можно определить путем ранжирования, а также применяя количественный анализ.

Метод «дерева событий» хорошо приспособлен для анализа исходных событий, которые могут приводить к различным эффектам. Каждая ветвь дерева событий представляет собой отдельный эффект (последовательность событий), который является точно определенным множеством функциональных взаимосвязей.

Чтобы провести оценку параметров риска использовали методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов [2]. В документе описаны методы по определению основных количественных показателей риска, а также коллективного и социального рисков.

При анализе рисков возникновения ЧС на ПАО «Севастопольгаз» выявлено, что самой вероятной причиной является нарушения связанные с изменениями технологического процесса.

Было выделено два варианта наиболее опасного и наиболее вероятного сценария развития аварии (максимальный ущерб и зона действия поражающих факторов).

Для каждого варианта были рассчитаны следующие параметры:

- количество опасного вещества, участвующего в аварии;
- параметры воздушных волн давления;
- вероятные зоны действия поражающих факторов и оценки риска;
- число пострадавших и погибших;
- общий суммарный ущерб;
- вероятность реализации различных сценариев.

Наиболее опасной гипотетической аварией возможна авария по сценарию – разрыв на полное сечение газопровода с последующим развитием аварии и образованием волны давления при сгорании газопаровоздушной смеси в открытом пространстве.

Возможное количество погибших может составить до 20 человек.

Индивидуальный риск составит $1,3 \times 10^{-5}$.

Общий материальный ущерб от такой аварии составит более 199966,5 тыс. руб.

Вероятность такой аварии за период в 1 год составит $2,44 \times 10^{-7}$.

Наиболее вероятной аварией является авария по сценарию – разгерметизация газопровода высокого давления, выход природного газа с последующим развитием аварии и образованием пожара-вспышки.

При данной аварии зоны поражений волной давления составляет 11,49 м.

Возможное количество погибших может составить 16 человек.

Индивидуальный риск - $1,9 \times 10^{-6}$.

Общий суммарный ущерб превысит 99230,58 тыс. руб.

Вероятность такой аварии за период в 1 год составит $1,9 \times 10^{-6}$.

С целью предотвращения риска возникновения аварий на ПАО «Севастопольгаз» предлагается следующий комплекс мероприятий:

- неукоснительное соблюдение технологических норм безопасности, указанных в технологических регламентах по эксплуатации технологического оборудования;
- обязательное выполнение работниками предприятия правил и требований охраны труда и производственной безопасности;
- осуществление контроля за проведением требуемых проверок знаний работников до перехода их к самостоятельной работе;
- проведение технической экспертизы оборудования и трубопроводов, работающих под давлением;
- регулярные проверки на герметичность технологического оборудования и трубопроводов;
- осуществление технического контроля за работоспособностью всех средств обеспечения безопасности;
- контроль за осуществлением заземления оборудования и коммуникаций;
- выполнение периодических проверок технической исправности системы оповещения работников (по утвержденному графику);
- разработка и согласование с Ростехнадзором мероприятий по контролю соответствия оборудования всем нормам безопасного использования производственного оборудования;
- своевременное выведение из эксплуатации изношенного и устаревшего оборудования;
- периодическое повышение квалификации работников организации.

В случае проведения капитального ремонта или реконструкции объекта, рекомендуется, в соответствии с [1], использовать эффективную систему мониторинга и менеджмента над системами зданий и сооружений, чтобы максимально быстро реагировать на возникновение различных рисков, с обеспечением полной безопасности объекта.

Список литературы

1.ГОСТ Р 22.1.12-2005 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования» (с Изменением N 1). [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200039543> (дата обращения: 14.05.19).

2.Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 N 144 "Об утверждении Руководства по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах". [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_196804/ (дата обращения: 14.05.19).

3.3 Приказ Ростехнадзора от 26.12.2018 N 647 "Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта газа". [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_315819/ (дата обращения: 14.05.19).

RISK ASSESSMENT OF EMERGENCY SITUATIONS AT PJSC «SEVASTOPOLGAS»

T.I. Andreenko^{1,2}, O.A. Zhidkova¹

¹Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, jyakubenko@yandex.ru

²A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia, tatyana-andreenk@mail.ru

Abstract. The main causes of the accident on the gas supply network are identified. The probability of occurrence of emergency situations at PJSC "Sevastopol gas" and possible scenarios of its devel-

opment are calculated. A set of measures to reduce the risk of accidents at PJSC "Sevastopol gas" is proposed.

Keywords: emergency, public safety, risk assessment, gas pipeline, damage

УДК 628.3

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ООО «МПК «СКВОРЦОВО»

Т.И. Андреевко^{1, 2}, С.Т. Меджитова¹, А.С. Дьячков³

¹*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, , Россия
susanna-medjitova@mail.ru;*

²*ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия. tatyana-andreenk@mail.ru*

³*ООО "МПК"Скворцово", Республика Крым, с. Скворцово, Россия, ecology1866@gmail.com*

Аннотация. Определены основные принципы минимизации экологических рисков при разработке проекта новой технологической схемы очистки сточных вод для ООО «МПК «Скворцово». Рассмотрены этапы предпроектных работ, разработки технического задания, строительства и эксплуатации очистных сооружений на МПК с точки зрения обеспечения экологической безопасности.

Ключевые слова: экологические риски, экологическая безопасность, сточные воды, очистные сооружения, проект, окружающая среда, негативное воздействие, предприятие.

Водные ресурсы играют важнейшую роль в обеспечении устойчивого социально-экологического развития Российской Федерации. Однако масштабы загрязнения водоемов ныне представляют угрозу и природным экосистемам, и здоровью людей. Это становится особенно ощутимо, если крупные промышленные предприятия сбрасывают производственные стоки непосредственно в водные объекты. Поэтому формирование высокотехнологичной промышленности при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) — одно из направлений стратегического развития Российской Федерации. Что реализуется посредством создания эффективных механизмов правоприменения в сферах промышленности, охраны окружающей среды и природопользования. [4]

С 1 января 2019 года в силу изменений в законодательстве, существенно изменились требования к нормированию сбросов сточных вод.

Для объектов I категории НВОС разрабатываются технологические нормативы сбросов загрязняющих веществ в составе комплексного экологического разрешения.

Для объектов II категории НВОС при наличии соответствующих отраслевых ИТС по НДТ разрабатываются технологические нормативы сбросов загрязняющих веществ в составе КЭР или рассчитываются нормативы допустимых сбросов (НДС), которые предоставляются одновременно с декларацией о воздействии на окружающую среду.

Для планируемых к строительству объектов I и II категории рассчитываются НДС при проведении оценки воздействия на окружающую среду.

Для объектов I, II и III категории НВОС, имеющих в составе сточных вод радиоактивные, высокотоксичные вещества, вещества обладающие канцерогенными, мутагенными свойствами, т.е. Вещества I и II класса опасности, рассчитываются НДС этих веществ [1, 5].

Общество с ограниченной ответственностью «МПК «Скворцово» основным видом деятельности которого является производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы, относится к объектам негативного воздействия II категории. Соответственно деятельность предприятия подпадает под все вышеперечисленные нормы, но как показывает практика оформление «разрешительной документации» это только первый этап в организации процесса работы очистных сооружений. Соблюдение нормативов допустимых сбросов — это процесс по

предупреждению возникновения экологических рисков, который начинается еще на этапе составления технического задания на проектирование или реконструкцию очистных сооружений, в тот момент, когда встает вопрос о необходимости организации очистки стоков [3].

На этапе предпроектных работ инженерной группой ООО «МПК «Скворцово» проводились следующие исследования:

1. Изучение содержания загрязняющих веществ в сточной воде по цеховому принципу.
2. Определение загрязняющих веществ и их концентрации.
3. Определение целевого использования очищенной воды и степени ее очистки.
4. Определение эффективных методов. Значение каждого показателя качества воды может быть изменено несколькими способами, соответственно требуется составление списка с особенностями применения методов и «реальной» эффективностью, а также необходимо учесть способ подачи воды на очистку, пространственные ограничения для строительства очистных сооружений и т.д.
5. Определение последовательности методов очистки. С учетом перечня методов, необходимо составить основу технологической схемы из последовательно применяемых методов очистки, чтобы каждый предыдущий оптимально выполнял свою функцию и снижал неспецифическую нагрузку на последующий (например, механическая или физико-химическая очистка снижают нагрузку на напорные фильтры по взвешенным веществам, максимально удаляя нерастворенные частицы и этим защищая загрузку фильтра от заиливания).
6. Принципиальный выбор оборудования. С учетом пункта 1, необходимо выбрать тип оборудования (например, механическая очистка – с помощью отстаивания, механической решетки, барабанного сита, дискового фильтра и т.п.).
7. Составление технологической схемы. С указанием количества оборудования, в том числе насосов, мешалок, смесителей, накопительных емкостей, камер гашения напора и т.д.

На этапе формирования технического задания (ТЗ) на изыскания и проектирование очистных сооружений, инженерной группой ООО «МПК «Скворцово» учитывались следующие критерии:

1. Точность исходных данных. Это касается абсолютно всех данных, которые необходимы для проведения изысканий и проектирования: генплан участка, схемы трассировки инженерных сетей, колодцы, строения и другие элементы территории, которые будут задействованы при разработке и реализации проекта, должны соответствовать действительности.
2. Полнота предоставляемой заказчиком информации. Перечисленные в ТЗ документы, передаваемые для проведения изысканий и последующего проектирования, позволяют компании-подрядчику оценить свои силы и предупредить аварии в процессе проведения строительно-монтажных работ или эксплуатации резервуаров, прочность и конструкции которых ввиду длительной службы и не учтенного в схеме текущего ремонта не будут соответствовать требованиям нормативных документов и приведенным в исходных документах данным.
3. Актуальность источников, используемых при проведении изысканий. Так как в актуальных и актуализированных нормах, правилах, ГОСТах и т.д. часто приводятся данные, на сегодняшний момент являющиеся, мягко говоря, устаревшими. Рассмотрим пример на данных, требуемых для расчета сети водоотведения и очистных сооружений поверхностного стока. Опорным нормативным документом является СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения» - актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85, причем актуализация коснулась только текстовой части, а приложения и таблицы, содержащие коэффициенты, климатические параметры и статистические данные, остались нетронутыми. То есть данные в документе 2012 года взяты без изменений из документа 30-летней давности, в то время как наблюдать существенные изменения природных явлений и климата можно в течении 10-15 лет. СНиП 2.04.03-85 были согласованы в 1983-1985 годах, для получения климатических коэффициентов обработана статистическая база данных о погоде за 30 лет. Итого, СП 32.13330.2012 предлагает нам при расчете использовать данные 1950-80х годов! Аналогичная ситуация с СП по строительной климатологии и многим другим. Современные гидрометеорологические службы предоставляют услуги по расчету требуемых параметров с учетом актуальных данных, однако это весьма

недешевая информация (100-600 тыс. руб. для одного объекта). Кроме того, имеет значение расположение средств измерения – пункты наблюдения за климатом в городе, сельской местности, в горах или на побережье будут давать совершенно разные показания, антропогенное воздействие на почвы и водоемы также различается в зависимости от региона, местности и других параметров [7, 8].

4. Границы проведения изысканий. Перед заключением договора стоит убедиться, что Вы с подрядчиком разговариваете «на одном языке», но указать конкретные точки границ и ориентиров, к которым идет привязка при проведении изысканий, всё-таки не будет лишним. Тут на помощь придут географические координаты, указания «колодец № X» или «выпуск № Y» (если Вы убедились в точности расположения этих точек, как указано в пункте 1) и другие конкретные ориентиры.

5. Достаточность проработки рабочей документации. Рабочая документация – это в первую очередь чертежи. Детализация «рабочки» должна быть достаточной для того, чтобы любой выбранный Вами подрядчик на выполнение строительно-монтажных работ (СМР) смог спокойно ее прочитать и выполнить нужный объем работ надлежащего качества. Тут опять стоит обратить внимание на фактор «заинтересованности», упомянутый в пункте 1 [6].

На этапе строительства очистных сооружений инженерной группой ООО «МПК «Скворцово» особое внимание уделялось следующим критериям:

1. Работа с надёжными подрядчиками и поставщиками.
2. Осуществление авторского надзора во время строительства объекта.
3. Осуществление технического надзора за строительными работами.

4. Отказ от формализации процессов при проведении строительно-монтажных работ. Акты приемки скрытых работ, испытания отдельных узлов и агрегатов, документы на разные партии материалов и изделий, формы отчетности – это всё, огромное множество документов, но в тоже время это гарантия качества выполнения работ, ответственности поставщиков и подрядчиков. Необходимо указывать подобные моменты при составлении договора, а также требовать выполнения необходимых манипуляций, а не просто отчета на бумаге.

5. Осуществление строительно-монтажных работ. В процессе непосредственного осуществления строительно-монтажных работ возможны: утечки масла при эксплуатации транспортных средств, повреждение растительности, мест обитания животных, загрязнение территории строительными отходами, отходами производства и потребления.

Выявление факторов риска на этапе эксплуатации очистных сооружений ООО «МПК «Скворцово» после реконструкции.

Один из основных факторов, влияющих на эффективную работу очистных сооружений – стабильность качественного и количественного состава поступающих сточных вод. Основное количество загрязняющих веществ поступает на производственные очистные сооружения неравномерно, в зависимости от режима работы предприятия, который может быть непрерывным и циклическим. Резкие колебания нагрузки загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на очистные сооружения, оказывают негативное влияние на процессы физико-химической и биологической стадии очистки.

Вторым не менее важным фактором выступает организация контроля за соблюдением режимов работы очистных сооружений, за полнотой и нормальностью протекания процессов очистки на всех стадиях.

Рабочее предприятие во всех случаях является источником воздействия на окружающую среду, степень которого зависит от величины предприятия и специфики отрасли, соответственно величина экологических рисков прямо пропорциональна величине максимального возможного воздействия предприятия на окружающую среду.

Для снижения величины риска предприятие может внедрить любую технологию, описанную в информационно-техническом справочнике наилучших доступных технологий (ИТС НДТ), оснастить их автоматическими средствами измерения и учета объемов или массы сбросов и концентраций загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации в государственный фонд данных государственного экологического мони-

торинга, но эффективность работы этих сооружений в конечном счете будет зависеть от организации процесса работы предприятия [3, 7].

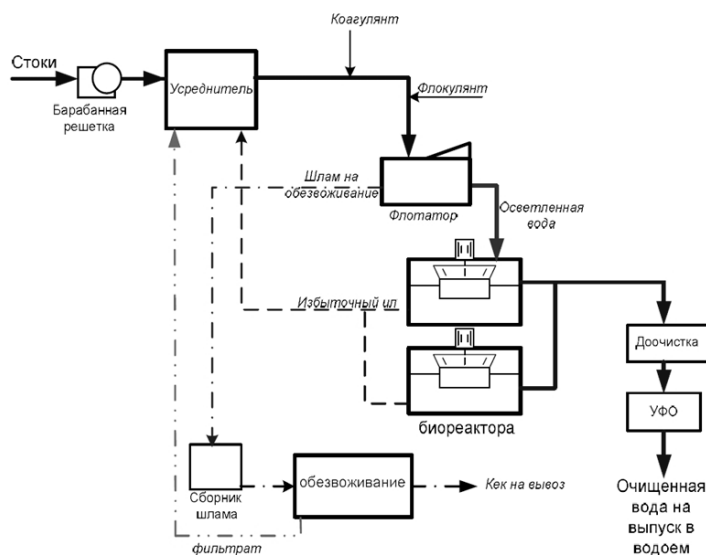
Новая схема очистки производственных сточных вод для ООО «МПК «Скворцово» была принята из условия достижения показателей качества очищенных производственных сточных вод, которые позволят организовать их сброс в естественный водный объект.

Предлагаемая схема очистки производственных сточных вод включает в себя следующие этапы:

- механическая очистка от крупных органических и минеральных включений на барабанных решетках с фильтрующими прозорами 0,25 мм;
- усреднение стоков, предварительное биоокисление и сорбция загрязнений на избыточном активном иле в усреднителе-аккумуляторе (запатентованная KWI International технология организации работы усреднителя);
- удаление взвешенных веществ, органики и тяжелых примесей методом физико-химической очистки с использованием коагулянта и флокулянта;
- биологическая очистка в биореакторах периодического действия;
- доочистка;
- обеззараживание;
- обезвоживание осадков.

Условное изображение технологической схемы очистки сточных вод для ООО «МПК «Скворцово» представлено на рисунке 1.

При выборе объемов строительства и технологии очистки сточных вод были учтены все требования к качеству очищенной воды и расположению данного объекта. Предлагаемый вариант строительства является рациональным, экономически выгодным и осуществимым в условиях сложившейся ситуации на данной территории.



Исходя из вышеизложенного, для контроля и минимизации экологических рисков целесообразно уже на начальном этапе развития предприятия создавать структуру экологической безопасности, которая в процессе своей деятельности должна применять риск-ориентированный подход по всем направлениям развития предприятия, а должностные лица, ответственные за происходящие процессы, должны проявлять полную «включенность», осознанность своих действий и, самое главное, предусматривать возможные последствия действий (или бездействий) для окружающей среды.

Список литературы

1. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 №7 – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/901808297> (Дата обращения: 20.06.2019).
2. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.07.2014 № 219 – Режим доступа: URL: <http://base.garant.ru/70700466/> (Дата обращения 21.06.2019).
3. Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 27.07.2010 № 225 – Режим доступа: URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102140500> (Дата обращения 20.06.2019).
4. О стратегическом планировании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172 – Режим доступа: URL: <https://rg.ru/2014/07/03/strategia-dok.html> (Дата обращения 20.06.2019).
5. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 28.09.2015 №1029 – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_186693/ (Дата обращения 21.06.2019).
6. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_75048/ (Дата обращения 20.06.2019).
7. ГОСТ Р 56828.14-2016 Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника. / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2016 – 18с.
8. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения – М.: Минрегион России, 2012 – 84с.

NEW TECHNOLOGICAL SCHEME OF WASTEWATER TREATMENT FOR LLC «MPC SKVORTSOVO»

T.I.Andreenko^{1,2}, S. T. Medzhitova¹, A. S. Dyachkov³

¹*Sevastopol State University, Sevastopol, 299053, Russia, e-mail: susanna-medjitova@mail.ru*

²*A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, 299011, Russia, e-mail: tatyana-andreenk@mail.ru*

³*LLC «MPC Skvortsovo», Republic of Crimea, Skvortsova, Russia, e-mail: ecology1866@gmail.com*

Abstract. The basic principles of minimizing environmental risks in the development of a draft technological scheme for wastewater treatment for ООО МПК Skvortsovo were determined. The stages of pre-design work, the development of technical specifications, construction and operation of sewage treatment plants at the IGC are considered from the point of view of ensuring environmental safety.

Keywords: environmental risks, environmental safety, waste water, treatment facilities, project, environment, negative impact, enterprise.

УДК 550.383

О ПОСТРОЕНИИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЛАЖНОЙ ПОЧВЫ

Н.В.Бобровников

Институт геофизики УрО РАН. Г.Екатеринбург, gphm@yandex.ru

Аннотация. В докладе проведён анализ результатов лабораторных исследований кажущегося электрического сопротивления водных растворов солей разных концентраций в широ-

ком диапазоне низких частот. Анализ позволяет уточнить геоэлектрическую модель среды, объясняющую резкое увеличение кажущейся диэлектрической проницаемости влажной почвы на низких частотах. Предполагается, что использование этой модели позволит точнее определять физико-химические свойства почвы, на основе геоэлектрических измерений.

Ключевые слова: почва, горные породы, кажущееся электрическое сопротивление, влажность, диэлектрическая проницаемость.

Методы изучения свойств почвы востребованы в нескольких важных приложениях, таких как почвоведение, геоэкология и других. Большой объём исследования возможности применения для почвоведения электроразведочных методов провёл известный почвовед, зав кафедрой почвоведения МГУ профессор А.И. Поздняков. Им показана эффективность использования метода кажущегося сопротивления для определения влажности почвы. Такое применение соответствует основным представлениям теории электроразведки, которая опирается на известные факты о высоких электроизолирующих свойствах сухих горных пород, и о резком ухудшении этих свойств, при увлажнении породы. Эти же факты позволяют считать электропроводность горных пород ионной.

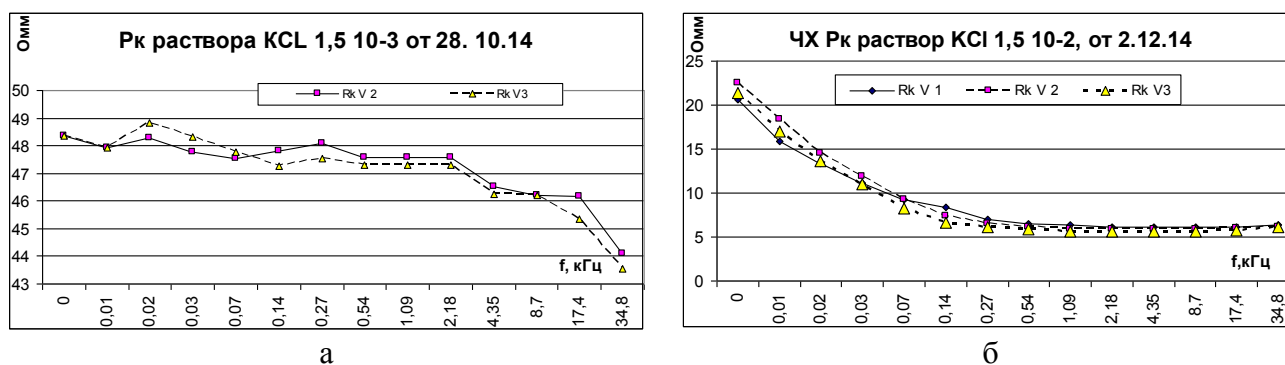


Рис. 1. Частотные характеристики удельного сопротивления водных растворов KCl разных концентраций.

В геофизике, которая всегда изучает сложные среды, возможность для проведения информативных исследований появляется тогда, когда разработана физико-математическая модель среды. Модель является базой для интерпретации результатов измерений. Сложную среду нельзя удовлетворительно описать простой моделью. Традиционный электроразведочный метод кажущихся сопротивлений² основан на измерении электрического сопротивления горных пород на постоянном токе или на одной из низких частот. В этом случае получают одно числовое значение, но почвенную влагу, имеющую многокомпонентный состав, невозможно охарактеризовать единственным числом. Так одним из наилучших природных проводников является влажная глина, но содержащаяся в ней вода находится в связанном состоянии и недоступна для растений, поэтому невозможно напрямую считать более электропроводные грунты наиболее влажными и плодородными.

Следовательно, **важной фундаментальной проблемой применения геофизических методов для почвоведческих исследований является разработка адекватных физико-математических моделей среды.**

Инициативная группа в Институте геофизики УрО РАН несколько лет занималась изучением удельного электрического сопротивления водных растворов солей с целью применения результатов в геоэкологии и при поисках подземных вод. Эти же результаты могут быть применены и в почвоведении, для повышения производительности и информативности экспресс методов изучения влаги, содержащейся в почве. Выполнен большой объём лабораторных ра-

² Однородную среду, например раствор, характеризует удельное сопротивление, а в неоднородной среде аналогичный параметр называют кажущимся сопротивлением.

бот на основе изучения особенностей частотных характеристик удельного сопротивления растворов[2,3].

На рисунке 1 приведены графики частотных характеристик удельного сопротивления водных растворов KCl. Видно, что раствор малой минерализации рис.1а обладает частотной характеристикой, у которой уменьшение электрического сопротивления происходит на высоких частотах, в то время как в концентрированном растворе спад кажущегося сопротивления происходит уже на низких частотах, а результаты измерений становятся более стабильными. Для сравнения на рисунке 2 приведена частотная характеристика кажущегося сопротивления влажной глины, которая существенно отличается от характеристик водных растворов.

Таким образом, при лабораторных многочастотных измерениях удельного сопротивления растворов выявлены характерные признаки ионного раствора- наличие на частотной характеристике участка с резким понижением удельного сопротивления раствора в сторону высоких частот.

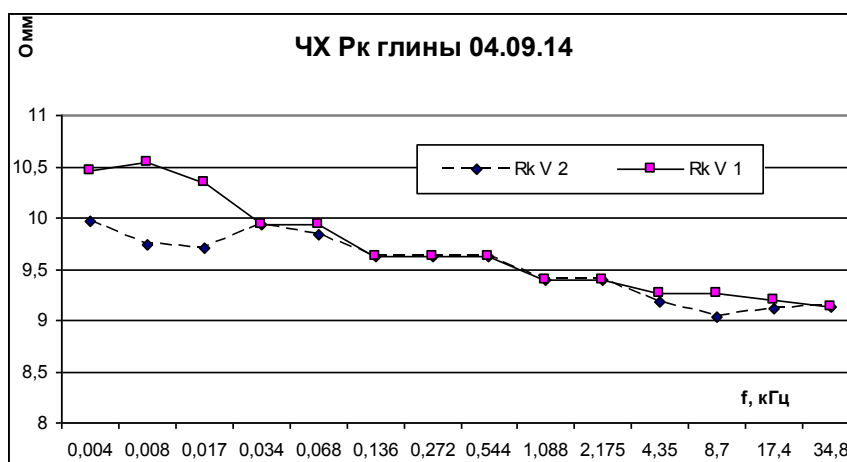


Рис. 2. Частотная характеристика кажущегося сопротивления влажной глины.

На рисунке 3 приведены результаты аналогичных измерений, но на полевом участке. Измерительная установка малых размеров помещалась на поверхности земли, и долгое время находилась неподвижно, время от времени проводились измерения по той же методике, как и в лаборатории. День был ясный, солнечный.

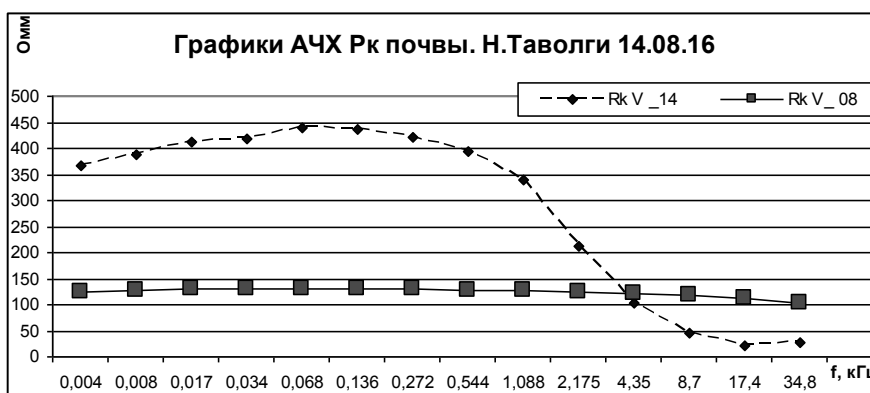


Рис.3. АЧХ кажущегося сопротивления почвы, полученные в 8,00 и 14,00 местного времени на поверхности почвы.

Один график (сплошная линия с квадратными метками) получен в 8 часов утра на влажной почве, сразу после испарения росы (температура на поверхности почвы 21°C). Другой график (штриховая линия с ромбиками) отражает изменение частотной характеристики к 14 часам дня, после просушивания поверхности участка солнцем (температура на поверхности почвы

34°C). Кривые показывают большие изменения кажущегося сопротивления в течение короткого отрезка времени, лишая нас возможности дать характеристику свойств почвы, без анализа происходящих физических процессов. На сегодняшний день в геофизике не существует теоретической модели среды, которая позволила бы удовлетворительно проинтерпретировать результаты измерений, приведённые на рисунке.

Сравнивая рисунки 1 и 2 с кривыми, приведёнными на рисунке 3, видим сходство рисунка 2 с графиком, относящимся к утренним измерениям на рисунке 3. График дневного измерения, кроме общего увеличения кажущегося сопротивления, отразил и наличие перехода от высоких значений сопротивления к низким, при повышении частоты тока, как это проявляется при концентрированных водных растворах.

Причина резкого изменения форм кривых в нагреве поверхности почвы солнцем. Возрастание электрического сопротивления при нагревании противоречит ионному типу проводимости. Изменение формы кривой днём указывает на то, что большая часть плотности электрического тока стала проходить через почвенный раствор. Следовательно, электропроводность горных пород и почв является комплексной, а вклады разных типов проводимости могут изменяться под действием внешних условий.

Возникновение феноменальных результатов в эксперименте указывает на наличие свойств среды, не учтённых в исходной теоретической базе. Теоретическая база геоэлектрики основана на применении системы уравнений Максвелла, которая была создана для эфира – нематериальной среды. Водные растворы обладают ионной проводимостью, а ионы – материальные частицы со значительной массой. Наличие массы у частицы порождает инерцию в движении, которая проявляется в запаздывании с реакцией на действие внешних сил.

Наличие особенности частотной характеристики удельного электрического сопротивления водных растворов – переходной зоны между двумя асимптотическими значениями, мало зависящими от частоты тока может быть связано с эффектом запаздывания. Низкочастотное асимптотическое значение $\rho(\omega) \rightarrow \rho_0$ при $\omega \rightarrow 0$, второе высокочастотное значение $\rho(\omega) \rightarrow \text{Constant}$, при $\omega \rightarrow \infty$. Наличие тенденции понижения удельного сопротивления с ростом частоты указывает на влияние ёмкостной компоненты, и следовательно, может быть объяснено характерными изменениями диэлектрической проницаемости. Другими словами, требуется анализировать волновые явления, возникающие при прохождении переменного тока в водных растворах. Известно представление диэлектрической проницаемости сложной среды в виде [6]

$$\varepsilon = \varepsilon' + i(\varepsilon'' + \sigma/\varepsilon_0\omega)$$

где ε' – сумма действительных компонент диэлектрической проницаемости;

ε'' – запаздывание;

σ – проводимость;

ε_0 – электрическая постоянная, $(4\pi \cdot 9 \cdot 10^9)^{-1}$ Ф/м;

ω – круговая частота.

В этой записи зависимой от частоты является сумма в скобках, которая имеет две асимптоты в зависимости от частоты. При $\omega \rightarrow \infty$ мнимая компонента зависит только от запаздывания, а при $\omega \rightarrow 0$ мнимая компонента стремится к бесконечности и становится главной. В этом случае вся диэлектрическая проницаемость состоит из мнимой компоненты, которая во много раз может превышать реальную, что известно в теории распространения радиоволн. Нами, также как и другими исследователями, были получены на низких частотах значения ε по модулю близкие к 10^6 [1,2].

На рисунке 3, кривая полученная днём имеет особенности, указывающие на присутствие воды, содержащей растворённые вещества. Эта вода содержалась в почве и утром, но её влияние на электропроводность почвы было замаскировано поверхностной проводимостью адсорбированной на минеральных частичках почвы. При нагреве почвы, из-за лучшей теплопроводности минералов, адсорбированная влага частично испарилась, и одновременно с повышением общего сопротивления проявилось присутствие свободной влаги.

Есть основания предполагать, что изучение частотной дисперсии кажущегося сопротивления почвы создаст фундамент для разработки теории и технологий определения содержания свободной влаги в почве.

Проведение такой работы потребует разработку новой аппаратуры, привлечение дополнительных сотрудников, создание полигонов, но её успешное окончание позволит ликвидировать существующее отставание от США по эффективному применению геофизических методов для сельского хозяйства[5].

Список литературы

1. Бобровников Н.В. Кажущаяся диэлектрическая проницаемость, как характеристика ВП.[Текст] \ Материалы 38 чтений Семинара Успенского. Пермь, 2011.
2. Бобровников Н.В., Петухова Ю.Б. Проблемы лабораторных исследований кажущейся диэлектрической проницаемости.[Текст] \ Материалы 39 чтений Семинара Успенского. Воронеж, 2012.
3. Бобровников Н.В., Петухова Ю.Б. О частотной дисперсии удельного электрического сопротивления водных растворов [Текст] // Сб.: Региональные геоэкологические проблемы Крыма, теория и практика. Севастополь, 2017.
4. Поздняков А.И., Позднякова А.Д. Электрофизика почв. [Текст] МОСКВА, 2004 г., с. 48.
5. Применение геофизических методов в сельском хозяйстве. (Краткий обзор Барри Дж. Аллред, USDA/ARS, Колумбус, Огайо Роберт С. Фрилэнд, университет Теннесси, Ноксвил) с сайта <http://nemfis.ru/>
6. Кухлинг Х. Справочник по физике.[Текст] Перевод с нем. 2е изд. – М.:Мир,1985 г. 520с.

ON THE CONSTRUCTION OF A GEOELECTRIC MODEL OF MOIST SOIL

N. V. Bobrovnikov Institute of Geophysics, UB RAS. Ekaterinburg, gphm@yandex.ru

Abstract. The report analyzes the results of laboratory studies of the apparent electrical resistance of aqueous solutions of salts of different concentrations in a wide range of low frequencies. The analysis allows us to clarify the geoelectric model of the medium, which explains the sharp increase in the apparent permittivity of moist soil at low frequencies. It is assumed that the use of this model will more accurately determine the physical and chemical properties of the soil, based on geoelectric measurements.

Key words: soil, rocks, apparent electrical resistance, humidity, permittivity.

УДК504.03

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА Г. ВОРОНЕЖ

И.А. Иванова, ivanova-eco@mail.ru, Е.И. Головина, u00111@vgasu.vrn.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия

Аннотация. Определение выбора оптимальных схем расположения мусороперерабатывающих заводов (МПЗ), мусороперегрузочных станций и технологий утилизации отходов в г. Воронеж является важной задачей в снижении загрязнения окружающей среды. Представлен анализ существующих методов переработки твердых коммунальных отходов и предложен оптимальный метод для г. Воронеж. Приводятся основные положения, которые формируют экологическую политику в отношении твердых коммунальных отходов. Она является частью общей политики по резкому повышению энерго- и ресурсосбережения в сфере потребления и

снижению техногенных воздействий на человека и природу. Представлен анализ современных технологий переработки ТКО, обеспечивающие максимальную регенерацию затрачиваемых на создание отходов энергетических и материальных ресурсов при их полной безопасности для населения и природы. Захоронение твердых коммунальных отходов на полигоне как наименее затратная технология и достаточно безопасная для окружающей среды является одним из ключевых направлений развития системы санитарной очистки г. Воронеж.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, нормы накопления отходов, полигон захоронения отходов, оптимизация, технологии переработки отходов.

На сегодняшний день известно более 20 методов обезвреживания и утилизации ТКО. По каждому методу имеется 5—10 и более разновидностей технологий, технологических схем, основного оборудования, типов сооружений. В связи с этим необходимо разработать схему оптимального расположения МПЗ и обосновать выбор оптимальной технологии переработки отходов.

Образование отходов в экономике России составляет 3,4 млрд. т. в год, в том числе 40 млн.т. в год ТКО и 30 млн.т. год осадков очистных сооружений, при этом только приблизительно 3,5 % ТКО перерабатывается[1,2].

Одной из причин низкого уровня использования отходов является незначительная рентабельность процесса сбора и существующих технологий переработки. Отсутствует также государственное урегулирование в системе обращения с отходами, нет эффективных экономических условий, не индексируется плата за размещение отходов, не эффективно внедряется передовой опыт в обращении с отходами, отсутствует эффективный механизм управления в этой области.

Согласно Генеральному плану и данным департамента жилищно-коммунального хозяйства администрации ГО город Воронеж, экологическая обстановка с 90-х годов прошлого столетия в городском округе характеризуется как напряженная и неудовлетворительная по большинству признаков и показателей. Природно-ресурсный потенциал городских экосистем истощен и понятно, что без проектирования и реализации эффективных мер охраны, защиты и реабилитации по отношению, практически, ко всем компонентам окружающей среды экологическая ситуация опасно ухудшится.

Исходя из исследований, можно определить нормы накопления отходов и на перспективу:

- для жилого сектора (1):

$$N_{пр} = N_{исх}(1+0,0265)^t, \quad (1)$$

где $N_{пр}$ - прогнозируемая норма накопления отходов;

$N_{исх}$ - применяемая (исходная) норма накопления отходов;

t - период прогнозирования, лет;

0,0265 - коэффициент, учитывающий ежегодный прирост объемов накопления ТКО, т. е. 2,65 %;

- для ТКО от отдельно стоящих объектов общественного назначения, торговых и культурно-бытовых учреждений (2):

$$M_{пр} = M_{исх}(1+0,005)^t, \quad (2)$$

где $M_{пр}$ - прогнозируемая норма накопления отходов;

$M_{исх}$ - применяемая (исходная) норма накопления отходов;

0,005 - коэффициент, учитывающий ежегодный прирост объемов накопления ТКО, т. е. 0,5 %.

Таким образом, первоочередной задачей является разработка новых норм образования (накопления) ТКО [5,6].

В городском округе город Воронеж система сбора, вывоза и захоронения твердых коммунальных отходов охватывает более 97 % населения города и около 85 % субъектов экономи-

ческой деятельности. Годовой объем образования ТКО на территории городского округа составляет около 2,5 млн. м³.

В настоящее время деятельность жилищно-коммунального хозяйства в области обращения с отходами сопровождается весьма большими потерями ресурсов, а также увеличением загрязнения окружающей среды [4]. В таблице 1 приведены объемы накопления ТКО по годам.

Таблица 1

Годовые объемы накопления ТКО в г. Воронеже

Год	Объемы накопления ТКО		В том числе			
	тыс. м ³	тыс. т	Основная часть ТКО		КГО	
			тыс. м ³	тыс. т	тыс. м ³	тыс. т
2008	1716	343,2	1539	307,8	177	35,4
2009	1746	349,2	1566	313,2	180	36
2010	1775	355	1592	318,4	183	36,6
2011	1807	361,4	1621	324,2	186	37,2
2012	1840	368	1651	330,2	189	37,8
2013	1897	379,4	1702	340,4	195	39
2014	1949	389,8	1749	349,8	200	40
2015	2001	400,2	1795	359	206	41,2
2016	2053	410,6	1841	368,2	212	42,4
2017	2105	421	1888	377,6	217	43,4
2018	2156	431,2	1933	386,6	223	44,6
Всего	21045	4209	18877	3775,4	2168	433,6

Одной из проблем является учет норм затрат автомобильного транспорта на 1000 км пробега на техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей.

В таблице 2 представлен пробег мусоровоза за полуторасменный рабочий день.

Таблица 2

Расчетный пробег мусоровоза за полуторасменный рабочий день

Марка спецтехники и маршрут	Протяженность маршрута, км	Время на сбор и вывоз ТКО, ч	Количество рейсов, шт.	Объем ТКО, перевозимых за рабочий день, м ³	Пробег мусоровоза за рабочий день, км
Мусоровоз КО-413					
Город-МПЗ №1	8,7	2,3	4,2	59,1	103,78
Город-МПЗ №2	18,1	2,9	3,4	48,3	143,71
Город- Полигон захоронения отходов	25,5	3,3	3,0	41,6	174,37
Мусоровоз КО-415А					
Город-МПЗ №1	8,7	5,0	1,9	79,3	63,29
Город-МПЗ №2	18,1	5,7	1,8	73,8	82,40
Город- Полигон захоронения отходов	25,5	6,1	1,6	67,6	104,88
ЗИЛ МСК-ТП					
МПЗ №1 - Полигон захоронения отходов	26,0	2,3	4,3	51,1	249,34

Затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт (В) рассчитываются по следующей формуле (3) :

$$B = B_1 \times L : 1000, \quad (3)$$

где: В - затраты на ТО и ремонт в смену,
 V_1 - затраты на ТО и ремонт на 1000 км,
 L - пробег за смену.

Учет перевозимых объемов на сооружения производится по основной части, так как крупногабаритные отходы перевозятся мусоровозами со сменными кузовами непосредственно на полигон захоронения ТКО.

В основу методики положено сравнение приведенных затрат на прямой и двухэтапный вывоз ТКО по следующей формуле (4):

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = Q_{\text{год}}(Z_{\text{пр}} - Z_{\text{пер}}), \quad (4)$$

где $\mathcal{E}_{\text{год}}$ - экономическая эффективность от внедрения двухэтапного вывоза ТКО, тыс. руб./год;

$Q_{\text{год}}$ - расчетный годовой объем работ по вывозу отходов, тыс. м³/год;

$Z_{\text{пр}}$ - удельные приведенные затраты на прямую транспортировку отходов, руб./м³;

$Z_{\text{пер}}$ - удельные приведенные затраты на двухэтапный вывоз ТКО, руб./ м³.

Удельные приведенные затраты на прямую транспортировку рассчитываются по формуле (5):

$$Z_{\text{пр}} = aL + b, \quad (5)$$

где a и b - показатели экономической эффективности собирающих мусоровозов;

L - среднее расстояние от мест сбора ТКО до полигона, км.

Если твердые бытовые отходы вывозятся различными типами мусоровозов, то в этом случае вводятся расчетные показатели a^* и b^* , которые рассчитываются по формуле (6,7):

$$a^* = (a_1Q_1 + a_2Q_2 + a_3Q_3) / \Sigma Q, \quad (6)$$

$$b^* = (b_1Q_1 + b_2Q_2 + b_3Q_3) / \Sigma Q, \quad (7)$$

где a_1, a_2, a_3 и b_1, b_2, b_3 - показатели по соответствующим маркам мусоровозов;

Q_1, Q_2, Q_3 - годовые объемы отходов, вывозимых мусоровозами соответствующих марок.

Удельные приведенные затраты на двухэтапное транспортирование отходов рассчитываются по формуле (8):

$$Z_{\text{пер}} = Z_1 + Z_2 + Z_{\text{мпс}}, \quad (8)$$

где Z_1 - удельные приведенные затраты по вывозу отходов собирающими мусоровозами до МПС (9):

$$Z_1 = aL_1 + b, \quad (9)$$

где L_1 - среднее расстояние от района сбора ТБО до МПС, км; Z_2 — удельные приведенные затраты по вывозу ТКО от МПС до полигона (10):

$$Z_2 = AL_2 + B, \quad (10)$$

где L_2 - расстояние от МПС до полигона;

A, B - показатели экономической эффективности транспортных мусоровозов;

$Z_{\text{мпс}}$ - удельные приведенные затраты по перегрузке твердых бытовых отходов на МПС.

Городской округ город Воронеж разделен на 6 административных районов: Железнодорожный, Коминтерновский, Левобережный, Ленинский, Советский и Центральный. Расстояние транспортировки отходов по административным районам городского округа город Воронеж приведено в таблице 3.

Таблица 3

Расстояние от мест сбора отходов до полигона отходов

№	Административная единица, район	Расстояние до полигона отходов, км
	Коминтерновский район	25,0
	Центральный район	22,0
	Ленинский район	23,0
	Советский район	14,0
	Левобережный район	29,0
	Железнодорожный район	28,0
	Среднее по городскому округу город	23,5

В соответствии с полученными результатами среднее расстояние транспортировки отходов по городскому округу г. Воронеж составит 23,5 км [3].

Средневзвешенные расстояния вывоза ТКО на объекты обезвреживания определялись с использованием маршрутных графиков работ мусоровозного транспорта по вывозу ТКО из районов г. Воронежа, утвержденных МКП «Производственное объединение по обращению с отходами».

Определим величину средневзвешенного расстояния вывоза отходов на полигон захоронения ТКО на расчетные периоды. Результаты расчета сведены в таблице 4.

Таблица 4

Средневзвешенные расстояния вывоза ТКО на полигон захоронения на 2018 г.

Район города	Q_i , тыс. м ³	L_i , км	$Q_i L_i$, тыс. м ³ ×км
Железнодорожный р-н	243,2	29,18	7096,576
Левобережный р-н	450,8	28,13	12681,004
Пос. Сомово	35,5	38,15	1354,32
Итого	729,5	-	21131,9

Средневзвешенное расстояние вывоза отходов на полигон захоронения ТКО на период до 2018 г. составило: $L_{cp} = 21131,9/729,5 = 28,96$ км. Для дальнейших расчетов средневзвешенное расстояние вывоза ТКО на полигон захоронения принимаем равным 29 км (без учета «нулевого» пробега).

При рассмотрении целесообразности применения двухэтапного вывоза ТКО следует рассмотреть строительство в городе одной МПС - в Железнодорожном районе. Расчет средневзвешенного расстояния вывоза ТКО при строительстве МПС приведен в таблице 5.

Таблица 5

Расчет средневзвешенного расстояния вывоза ТКО при строительстве МПС

Район города	Объем образования ТКО Q_i , тыс. м ³	Расстояние до МПС $L_{МПС}$, км	$Q_i L_{МПС}$, тыс. м ³ ×км
Железнодорожный р-н	243,2	4,49	1091,97
Левобережный р-н	450,8	13,72	6184,98
Пос. Сомово	35,5	12,01	426,355
Итого	729,5	-	7703,305

Если в результате расчета:

$\text{Эгод} < 0$, то внедрение двухэтапного вывоза нецелесообразно;

$\text{Эгод} > 0$, то внедрение вывоза ТКО с перегрузкой экономически целесообразно. Согласно формуле 4 $\text{Эгод} = -254,52 < 0$, следовательно, внедрение двухэтапного вывоза ТКО экономически нецелесообразно.

В перспективе потребуется в МО г. Воронеж закупка современных дизельных мусоровозов, например, марки МКЗ-470 и МКМ-4704, производства Рязского автомобильного завода) стоимость которых в настоящее время лежит в интервале от 2 до 2,5 млн. руб., спецтехники по уборке территорий в зимний и летний периоды, средств контроля и оптимизации схемы транспортировки отходов на основе GPS-технологий. Необходимо строительство станции санации [6].

Потребуется также дополнительное оснащение контейнерами, ежегодное увеличение их количества на 2000 штук должно компенсировать физически изношенные контейнеры и привести к значительному их увеличению 2020 г.

Список литературы

1. Государственное и муниципальное управление в сфере охраны окружающей среды / под общ. ред. А.Т. Никитина, С.А. Степанова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 644 с.
2. Масленникова, И.С. Управление экологической безопасностью / И.С. Масленникова. – СПб.: СПбГИЭУ, 2001. – 131 с.
3. Экологическая безопасность и качество жизни человека / В.Н. Александров/СПб, 2007.
4. Экономика организации (предприятия): Учебник / Под ред. Н.А. Сафронова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономистъ, 2004. – 618 с.

Библиографическое описание литературных источников, цитируемых в статье

5. Манохин В.Я., Шестаков А.А, Иванова И.А. Выбор оптимальных технологий обезвреживания и переработки ТБО // Экология и рациональное природопользование: материалы Межрегиональной научно-практической конференции. – Воронеж, 2007 года, – С. 108 - 111.

6. I. Ivanova, E. Golovina, K. Kulakov, A. Sorokin The analysis of disperse and elemental composition of dust from drobestry installations of foundry at the production of construction structures for altitude buildings. - E3S Web of Conferences D. Safarik, Y. Tabunschikov and V. Murgul (Eds.). – 2018. – С. 02012.

THE ANALYSIS OF MODERN TECHNOLOGIES FOR PROCESSING OF MUNICIPAL SOLID WASTE FOR THE CITY DISTRICT THE CITY OF VORONEZH

I. A. Ivanov, e-mail: ivanova-eco@mail.ru

E. I. Golovina, e-mail: u00111@vgasu.vrn.ru

Federal state budgetary educational institution of higher education

"Voronezh state technical University», Voronezh, Russia

Abstract. Determination of the choice of optimal schemes of waste processing plants (MPZ), waste handling stations and waste disposal technologies in Voronezh is an important task in reducing environmental pollution. The analysis of existing methods of solid municipal waste processing is presented and the optimal method for Voronezh is proposed. The main provisions that form the environmental policy in relation to municipal solid waste are given. It is part of the overall policy to dramatically increase energy and resource saving in the field of consumption and reduce man-made impacts on humans and nature. The analysis of modern technologies of processing of MSW providing the maximum regeneration of energy and material resources spent on creation of waste at their full safety for the population and the nature is presented. Disposal of municipal solid waste at the landfill as the

least expensive technology and sufficiently safe for the environment is one of the key areas of development of the sanitation system. Voronezh.

Keywords: solid waste, savings of waste, landfill of waste, optimization of processing technology of waste.

УДК 504.53.054

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ АВИАЦИОННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Ж.Ю. Кочетова¹, О.В. Базарский², Н.В. Маслова³, zk_vva@mail.ru

¹Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

²Воронежский государственный университет

³Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии № 97 Федерального медико-биологического агентства России», г. Воронеж, Россия

Аннотация. В статье представлены стандартные схемы геомониторинга объектов авиационной и космической деятельности, выделены их идентичные структурные элементы и приоритетные контаминанты основных источников загрязнения, рассмотрены основные недостатки существующих подходов. Предложены пути повышения точности геоэкологической оценки загрязнения объединенных в авиационно-ракетный кластер территорий при сокращении расходов на проведение мониторинга аналита-маркера загрязнения почвогрунтов.

Ключевые слова: геоэкологический мониторинг, аэродром, космодром, испытательный комплекс, ракет-носители, загрязнение почвы, аналит-маркер

В Российской Федерации функционируют около 70 аэродромов государственной авиации, из которых активно действуют 30. Комплексы современных военных аэродромов включают взлетно-посадочную полосу, рулежные дорожки и места для стоянок, постройки аэродромного, боевого, инженерно-технического, материально-тылового обеспечения жизнедеятельности и боевых действий, а также технические и специальные площадки, занимающие значительную территорию, хранилища боеприпасов. Для размещения личного состава вблизи от объектов государственной авиации как правило располагаются военные городки. Во многих случаях аэродромы граничат с сельскохозяйственными угодьями.

РФ имеет в своем распоряжении шесть космодромов: Байконур, Плесецк, Капустин Яр, Свободный, Ясный, Восточный. В структуру космодромов входят стартовые и технические площадки, поля падения отделяющихся ступеней ракет-носителей и элементов космических аппаратов, научно-исследовательские и информационно-вычислительные центры, командно-измерительные пункты. К вспомогательным объектам относятся аэродромы (в том числе государственной авиации), теплоэлектростанции, предприятия по производству топлива и его компонентов, промышленные комплексы, автомобильные и железнодорожные коммуникации, административный центр с медицинскими, культурными, учебными, спортивными, торгово-бытовыми учреждениями. Обслуживающий персонал объектов космической деятельности состоит из нескольких десятков тысяч человек.

Помимо космодромов, на территории РФ расположены научно-производственные испытательные комплексы ракет-носителей, в том числе, АО «Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева» (космодром Байканур, г. Королев), АО «НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко» (г. Во-

ронеж, г. Пермь), АО «Ракетно-космический центр Прогресс» (г. Самара, космодром Байконур, Краснознаменск, Зеленоград, Архангельская обл.), Федеральное казенное предприятие «Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности» (г. Пересвет). Комплексы выполняют различные задачи по производству, модернизации и испытанию ракет-носителей, малых космических аппаратов, ракетных двигателей, разгонных блоков, нового топлива. Ракетные комплексы имеют испытательные стенды, промышленные объекты (например, литейное, термическое, гальваническое производство, металлургические, механообрабатывающие цеха), развитое энергетическое хозяйство, склады горючего и химических реактивов, административные постройки, научно-исследовательские центры, санитарно-экологические лаборатории, в их состав могут входить аэродромы и авторемонтные предприятия.

При проведении геоэкологического мониторинга объектов авиационной и космической деятельности можно выделить объединяющие их черты: расположение аэродромов привязано к площадкам испытаний и запусков ракет-носителей; комплексы включают в свой состав промышленные предприятия с единой спецификой производства, а, следовательно, с одинаковыми источниками выбросов; наличие селитебных зон вблизи от объектов авиационно-космической деятельности для обеспечения их служащими, рабочими, инженерно-техническим и научным персоналом; наличие лесных и (или) сельскохозяйственных угодий.

В воздушную среду промышленных площадок ракетных комплексов и от производственных подразделений может поступать более 40 специфических загрязнителей. Основное высокотоксичное химическое соединение, промышленный канцероген, с которым есть производственный контакт, – гептил (несимметричный диметилгидразин). При сгорании гептила, амила и их смесей с керосином образуются вредные и опасные химические соединения, в том числе нитрозодиметиламин, диметиламин, моно- и диоксид азота, оксид диазота, аммиак, метан, гидроцианид, сажа, свободный аммоний, формальдегид. Легколетучий гептил быстро испаряется из почвогрунтов, а оставшийся в небольшом количестве трансформируется до метана, азота, аммиака, сложных органических соединений (диметилгидразида муравьиной кислоты, 1-метил-1,2,4-триазола, диметиламина, N,N-диметилгуанидина, нитрозодиметиламина, метилгидразина, триметилгидразина, 1,5,5-триметилформаза, диметилгидразонов формальдегида и ацетальдегида) [2]. Согласно последним исследованиям, через месяц после старта в природных условиях гептила нет. В почвогрунтах остаются некоторые продукты его превращений, причем их концентрации составляют доли процентов от исходной. Второе место среди токсичных выбросов ракетных комплексов занимают окислы азота, в частности, диоксид азота. Они содержатся в воздухе рабочей зоны в наибольшем объеме и обладают остронаправленным и раздражающим механизмом воздействия. К приоритетным загрязнителям объектов космической деятельности также относятся оксиды углерода, некоторых металлов (железо, хром), аэрозоль серной кислоты, марганец и его соединения, фториды газообразные, керосин и пыль электрокорунда.

К основным компонентам неполного сгорания авиационного топлива при эксплуатации аэродромов также относятся оксиды азота, углерода, сернистый газ, углеводороды, сажа, фенол, неорганическая пыль, сероводород, сероуглерод, аммиак, серная кислота, формальдегид. К приоритетным загрязнителям почвогрунтов аэродромов и прилегающих к ним территорий следует отнести и тяжелые металлы. Немногочисленные исследования по этой теме свидетельствуют об актуальности вопроса и растущих масштабах загрязнения [1, 5]. В работе [5] приведены результаты исследования фильтрации тяжелых металлов в различных по природе срезах почвогрунтов, находящихся под влиянием объектов авиационно-космической деятельности и комплекса металлургического производства, расположенных в г. Воронеж. Авторами отмечается, что наиболее загрязненными участками являются начало и конец взлетно-посадочной полосы, рулежные дорожки, площадки испытания и запуска ракет-носителей, почвогрунты на территории комплекса металлургического производства при этом содержание свинца, кадмия, цинка и меди превышает предельно допустимые концентрации металлов в несколько раз.

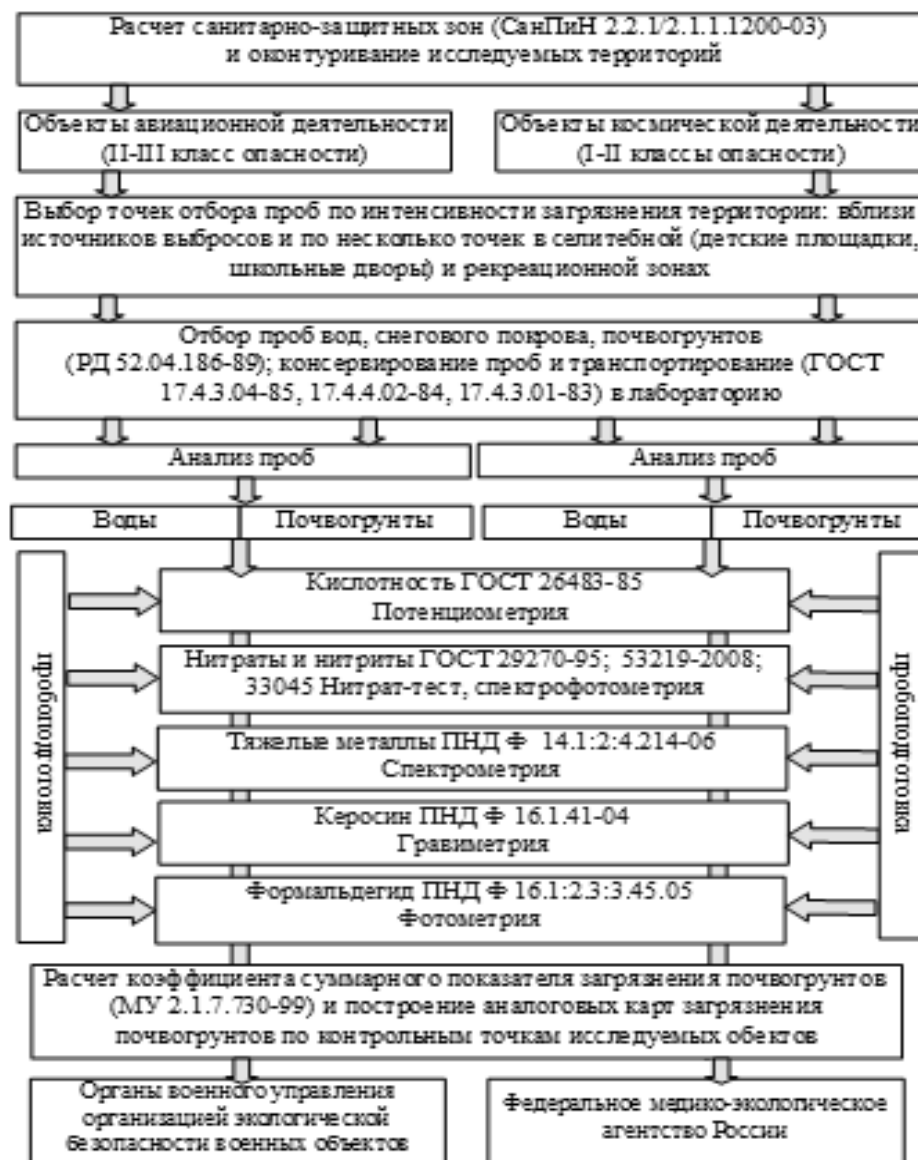
В соответствии с общепринятой схемой геоэкологического мониторинга территорий авиационных и ракетных комплексов учитывают уровень загрязнения объектов окружающей среды головными токсикантами и ряд параметров, характеризующих состояние анализируемого объекта в целом [2, 3]. На основании результатов одиннадцатилетнего геомониторинга объектов авиационной и космической деятельности, а также прилегающих к ним территорий, предложено оценивать суммарное загрязнение почвогрунтов по содержанию в них специфических контаминантов: керосина и формальдегида (продукта неполного сгорания керосина и его смеси с гептилом). К приоритетным неспецифическим показателям загрязнения почвогрунтов на исследуемой территории предложено отнести: изменение показателя кислотности почвогрунтов в результате антропогенной деятельности, как одну из основных общих характеристик изменения состояния экологических систем; тяжелые металлы, накапливаемые в почвогрунтах аэродромов и космодромов в больших количествах (Pb, Mn, Zn, Cd, Cu, Ni); нитраты и нитриты (NO_3^- и NO_2^-), как продукты трансформации соединений азота, выделяемые в большом количестве при взлете и посадке самолетов, запуске ракет-носителей [3]. Несмотря на идентичность выполняемых стратегических задач, идентичность структурных элементов и приоритетных контаминантов объектов авиационной и космической деятельности, а также идентичность схемы экологического мониторинга, ответственность за организацию их экологической безопасности несут различные структуры (рисунок).

При повседневной деятельности Вооруженных Сил объектов государственной авиации ответственность возлагается на руководителей органов военного управления, командующих войсками военных округов, объединениями, командиров соединений и воинских частей (руководителей организаций). Центральным органом военного управления, выполняющим функции руководства обеспечения экологической безопасности войск (сил), является Штаб материально-технического обеспечения Вооруженных Сил. Функции по мониторингу экологической ситуации, контролю и надзору в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия работников организаций отдельных отраслей промышленности с особо опасными условиями труда (в том числе космодромов, испытательных комплексов ракет-носителей) выполняет Федеральное медико-биологическое агентство (ФМБА России) – федеральный орган исполнительной власти, находящийся в ведении Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Таким образом, к основным недостаткам приведенной схемы геомониторинга относятся следующие аспекты: расчет санитарно-защитных зон выполняется без учета возможного совместного влияния объектов авиационной и космической деятельности на прилегающие территории, в том числе селитебные и рекреационные; низкая точность геомониторинга масштабных территорий из-за ограничения числа контрольных точек вследствие дорогостоящих лабораторных исследований, при этом наблюдается тенденция сокращения списка загрязнителей окружающей среды, подлежащих обязательному контролю, и количества точек пробоотбора [6]; ответственность за организацию экологической безопасности исследуемых территорий возлагается на различные органы управления.

Для решения вышеуказанных противоречий необходима разработка нового научно-методического аппарата для оценки и управления геоэкологическим состоянием территорий объектов авиационной и космической деятельности путем создания единого подхода для описания их состояния с применением нового измерительного комплекса с последующей выработкой управленческих рекомендаций по геоэкологической реабилитации загрязненных участков. Для этого необходимо выделение нового класса объектов геомониторинга — авиационно-ракетных кластеров, которые включают в себя авиационные и (или) космические комплексы, а также обслуживающие их промышленные предприятия, эмитирующие идентичные контаминанты, и прилегающие к ним селитебные, сельскохозяйственные, лесные, рекреационные зоны. Для повышения точности геомониторинга масштабных территорий при одновременном снижении стоимости проведения лабораторных исследований необходимо выделение аналита-маркера загрязнения почвогрунтов исследуемых территорий. В качестве аналита-маркера на основании корреляционного анализа результатов многолетних исследований почвогрунтов территории авиационно-ракетного кластера в г. Воронеж предложено использовать керосин — специфиче-

ский загрязнитель, содержащийся в каждой пробе почвогрунтов даже на расстоянии более 10 км от источников выбросов, проявляющий высокую тесноту связи с формальдегидом, свинцом, суммарным содержанием в почвах тяжелых металлов, нитратным и нитритным азотом, суммарным загрязнением почвогрунтов [4]. Предварительный тест-анализ керосина в почвогрунтах в



полевых условиях без отбора проб и их подготовки с применением разработанного пьезосенсорного измерительного устройства [7] позволяет в десятки раз увеличить количество контролируемых точек, прогнозировать уровень загрязнения почвогрунтов на наиболее загрязненных

Рисунок – Стандартная схема организации геоэкологического мониторинга территорий объектов авиационной и космической деятельности

керосином участках с последующим проведением детальных лабораторных исследований в лабораторных условиях. Уточненные карты загрязнения территорий авиационно-ракетных кластеров и данные корреляционного анализа экологически обусловленных заболеваний являются основой для принятия управленческих решений единым органом управления, в качестве которого рекомендуется Федеральная служба по надзору в сфере природопользования.

Список литературы

1. Голубев, С.В. Загрязнение почв округа «Домодедово» тяжелыми металлами [Текст]: дисс.

- ... канд. геогр. наук: 03.00.27 / Голубев Сергей Валерьевич. – М., 2007. – 128 с.
2. Кондратьев, А.Д. Химико-аналитическое обеспечение экологического мониторинга ракетно-космической деятельности [Текст] / А.Д. Кондратьев, Т.В. Королева // Ползуновский вестник. – 2015. – №2. – С. 117–121.
 3. Королева, Т.В. Экспериментальное изучение буферности почв к воздействию несимметричного диметилгидразина [Текст] / Т.В. Королева, О.В. Черницова, А.В. Шарапова [и др.] // Доклады Российской Академии наук. – 2014. – Т. 455. – №3. – С. 337–341.
 4. Кочетова, Ж.Ю. Оценка влияния авиационно-космической деятельности на экологическое состояние урбанизированной территории [Текст] / Ж.Ю. Кочетова, Н.В. Маслова, О.В. Базарский // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 4 (32). – С. 107–117.
 5. Кочетова, Ж.Ю. Фильтрация тяжелых металлов в почвогрунтах с различными параметрами степени урбанизированности и техногенной нагрузки [Текст] / Ж.Ю. Кочетова, О.В. Базарский, Н.В. Маслова // Экологическая химия. – 2018. – Т. 27. – № 6. – С. 309–316.
 6. Муртазов, А.К. Экологический мониторинг. Методы и средства [Текст] / А.К. Муртазов. – Рязань: Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, 2008. – Ч. 1 – 146 с.
 7. Kotchetova, Z.Y. Rapid of soil pollution with kerosene using a carbon-nanotube-based piezosensor [Text] / Z.Y. Kotchetova, O.V. Bazarsky, T.A. Kuchmenko // Moskow University Chemistry Bulletin. – 2017. – Vol. 72. – No 1. – P. 63–68.

PROBLEMS OF GEO-ECOLOGICAL MONITORING OF OBJECTS OF AVIATION AND SPACE ACTIVITIES AND THEIR SOLUTIONS

Zh. Yu. Kochetova¹, O.V. Bazarsky², N.V. Maslova³, zk_vva@mail.ru

¹*Military training and research center of the Air force «AirForceAcademy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin»*

²*Voronezh state University*

³*Federal state budgetary institution of health care «Center of hygiene and epidemiology No. 97 of Federal medical and biological Agency of Russia»,
Voronezh, Russia*

Abstract. The article presents the standard schemes of Geomonitoring of objects of aviation and space activities, their identical structural elements and priority contaminants of the main sources of pollution, the main shortcomings of existing approaches. The ways to improve the accuracy of geoeological assessment of pollution combined in the aviation-missile cluster areas while reducing the cost of monitoring the analyte-marker of soil contamination

Keywords: geoeological monitoring, airport, spaceport, test facility, launch media, soil contamination, analyte-marker

УДК 504.05+629.039.58

ОСОБЕННОСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИЛЕГАЮЩИХ К АЭС ТЕРРИТОРИЙ

**Н.Н. Кривенко, К.В. Чебанюк, krivenko_nadin@mail.ru*

***А.Б. Плаксицкий, Д.А. Стойко, rab13@mail.ru*

**АНОО ВО «Международный институт компьютерных технологий», г. Воронеж, Россия*

***ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». г. Воронеж, Россия*

Аннотация: в работе проанализированы особенности безопасности прилегающих к АЭС территорий, рассмотрены аспекты обеспечения безопасной работы объектов атомной энергетики, представлены обобщающие данные о возможных опасностях при проектировании и эксплуатации АЭС.

Ключевые слова: безопасность территорий, атомные электростанции, радиационная безопасность.

Безопасность территорий и населенных пунктов, находящихся вблизи атомных электростанций (далее – АЭС) определяется рядом факторов, среди которых следует выделить эффективность работы и технического обслуживания атомной станции, состояние физической защиты, а также мероприятия по охране окружающей среды.

Обеспечение безопасной работы объектов атомной энергетики является актуальной задачей для сохранения качества окружающей среды и здоровья населения. Это связано с тем, что, атомная энергетика обладает высокорисковым, опасным потенциалом влияния на окружающую среду в целом и на отдельные её части, вплоть до фактического разрушения экосистемы региона, воспроизводство которой может занять не один десяток лет.

До 2017 года безопасное расстояние вокруг атомных станций ограничивалось пределами санитарно-защитной зоны, радиусом порядка трех километров. В силу распоряжения Правительства РФ [6], границы данной зоны должны быть расширены, для увеличения безопасности эксплуатации атомных электростанций, а так же обслуживающего станции персонала.

В настоящее время в России действует надежная многоступенчатая система безопасности, которая объединяет в себе как отечественные, так и иностранные разработки в области обеспечения безопасности АЭС.

Проектирование АЭС включает учет возможности как техногенных и природных катаклизмов, так и террористических нападений, которые способны воздействовать на целостность реакторов и вызывать утечку радиации. Просчитывается даже возможность падения на АЭС самолета, как в результате техногенной катастрофы, так и террористического акта.

Физическая защита таких стратегических объектов является комплексной задачей, которая решается с применением научно-технические достижения в области безопасности. Так, контрольно-пропускные пункты (КПП) АЭС обязательно оборудуются камерами видеонаблюдения, вибрационными датчиками, средствами обнаружения ядерных материалов. В пруде-охладителе всегда есть гидроакустические средства, поэтому расширение зоны безопасности позволит если не исключить вовсе, то отодвинуть подальше плав средства рыболовов и туристов. Используются пассивные методы защиты, такие как противотаранные устройства для предотвращения прорыва на объект с использованием транспортных средств, проектирование дорог, ведущих на территорию объекта, осуществляют с обязательным поворотом на 90 градусов на расстоянии не более 20–30 метров и т.д.

Границы зоны безопасности зависят от нормативной мощности объекта с учетом паспорта его безопасности. При анализе безопасности того или иного объекта не только выстраивается его защита от внутренних аварийных ситуаций, но и определяются меры по минимизации и ликвидации последствий возможного внешнего воздействия, как природного характера, например, пожары или наводнения, так и террористической деятельности.

Для предупреждения кибератак 19 апреля 2017 года на базе АО «ВНИИАЭС» (г. Москва) создан Центр кибербезопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) атомных электростанций. В задачи центра входят разработка и внедрение на атомных станциях средств защиты информации [3].

Уровень защиты окружающей среды и населения считается достаточным, когда дозовые нагрузки и концентрации вредных веществ в средах не превышают предельно-допустимых значений, определенных в правилах и нормах по атомной энергетике (НРБ, СанПиН).

Существуют три основных фактора возможного радиационного воздействия АЭС на окружающую среду: газоаэрозольные выбросы в атмосферу, сбросы радиоактивных веществ в водные объекты и нарушение правил захоронения твердых радиоактивных отходов (РАО).

Для контроля состояния окружающей среды в районах расположения АЭС организуются системы экологического мониторинга, разрабатываются методы расчетного анализа для прогнозирования экологических рисков. Постоянно контролируется радиационная обстановка в районе АЭС: измеряется гамма-фон, концентрации радионуклидов в воздухе, почве и водных объектах. Система радиационного контроля АЭС включает в себя лабораторный комплекс, автоматизированную систему контроля радиационной обстановки (далее – АСКРО), при необходимости создаются передвижные радиометрические лаборатории [4].

Атомная отрасль является крупным водопользователем, в 2017 и 2018 гг. на ее долю приходилось 10,5 и 10,6 % от суммарного забора воды из природных водных источников в Российской Федерации, соответственно. Общий забор свежей воды из природных водных источников составил 7411,0 и 7317,8 млн. м³ в 2017 и 2018 гг., соответственно (табл. 1) [2].

Таблица 1.

Общее количество забираемой воды

Источник	Объем, млн. м ³	
	2017	2018
Морская вода	5061,1(68,29%)	4979,7 (68,05%)
Пресные поверхностные воды, включая реки, болота, озера	2239,1(30,21%)	2219,7 (30,33%)
Подземные воды	87,7 (1,18 %)	100,4 (1,37 %)
Дождевые воды	2,0 (0,03 %)	2,0 (0,03 %)
Воды сторонних организаций	21,1 (0,29 %)	16,0 (0,22 %)
Итого	7411	7317,8

Всего в производстве в 2017 и 2018 гг. было использовано 41570,7 и 42057,8 млн. м³ воды, из них 34159,7 и 34740,0 млн. м³ оборотной и повторно используемой воды.

Суммарный сброс сточных вод в поверхностные водоемы в 2017 г. составил 6716,4, а в 2018 г. – 6626,9 млн. м³ [1, 2].

Таблица 2.

Общее количество сброса сточных вод

Категория воды	Объем, млн м ³	
	2017	2018
Нормативно-чистая	6600,1 (98,27 %)	6512,3 (98,27 %)
Нормативно-очищенная	37,3 (0,56 %)	44,5 (0,67 %)
Загрязненная	79,0 (1,18 %)	70,1 (1,06 %)
Итого	6716,4	6626,9

Фактические выбросы вредных химических веществ (далее – ВХВ) в атмосферный воздух организациями Госкорпорации «Росатом» в 2017 и 2018 гг. составили 36,4 и 39,9 тыс. тонн (табл. 3). Увеличение общепромышленных выбросов ВХВ на 3,5 тыс. тонн по сравнению с 2018 г. обусловлено объемом сжигаемого органического топлива на ТЭЦ и котельных [1].

Выбросы озоноразрушающих веществ в 2018 г. по сравнению с 2018 г. не изменились.

Таблица 3.

Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу российских тепловых и атомных электростанций в 2017 и 2018 годах [2, 5]

Выбросы	Тепловые электростанции, тыс. т	АЭС, тыс. т	
	2017	2017	2018
Твердые вещества	911,4	12,8 (35,16 %)	13,8 (34,59 %)
Оксиды азота (NOx)	1163,1	9,2 (25,27 %)	10,6 (26,57 %)
Оксиды серы (SOx)	1253,6	8,6 (23,63 %)	9,4 (23,56 %)
Оксид углерода (CO)	1251,1	3,6 (9,89 %)	3,7 (9,27 %)
Углеводороды		1,8 (4,95 %)	1,7 (4,26 %)
Прочие газообразные и жидкие		0,4 (1,10 %)	0,7 (1,75 %)
Итого	4609,1	36,4	39,9

В целом по отрасли выбросы альфа-активных нуклидов составили около 21,82%, бета-активных нуклидов – 2,43% от установленного норматива.

В 2017 г. в организациях Госкорпорации «Росатом» отсутствовали превышения установленных допустимых значений выбросов радионуклидов (табл. 4).

Таблица 4.

Соотношение между фактическим и разрешенным выбросом радионуклидов организациями Госкорпорации «Росатом» в 2017 г.

Активность нуклидов	выброс	
	разрешенный	фактический
альфа	$2,07 \cdot 10^{15}$	$4,51 \cdot 10^{14}$
бетта	$1,95 \cdot 10^{18}$	$4,74 \cdot 10^{16}$

В 2018 году в организациях атомной отрасли образовалось 20,9 млн т отходов производства и потребления, что на 25,4% меньше, чем в 2017 году (табл. 5). Практически все (99,96 %) из образовавшихся отходов относятся к IV и V классам опасности (малоопасные и практически неопасные отходы).

Таблица 5.

Обращение с отходами производства и потребления, тыс. т.

Год	Образовалось на начало отчетного года	Утилизировано и обезврежено из образовавшихся и поступивших отходов		Передано другим организациям	Размещено на предприятиях
		Кол-во	%		
2017	27963,4	23229,1	83,10	153,9	58,7
2018	20862,3	15140,3	72,6	176,4	5565,3

Согласно Федеральному закону от 11.07.2011 № 190-ФЗ [7] радиоактивные отходы, за исключением короткоживущих радиоактивных отходов, удельная активность которых в результате распада радионуклидов за время хранения может быть снижена до уровня, при котором такие отходы перестают быть радиоактивными отходами, подлежат обязательному захоронению в пунктах захоронения радиоактивных отходов. Захоронение твердых высокоактивных долгоживущих и твердых среднеактивных долгоживущих радиоактивных отходов осуществляется в пунктах глубинного захоронения радиоактивных отходов, обеспечивающих локализацию таких отходов в соответствии с Законом Российской Федерации от 21 февраля 1992 года № 2395-1 «О недрах». Захоронение твердых низкоактивных радиоактивных отходов и твердых среднеактивных короткоживущих радиоактивных отходов может осуществляться в пунктах приповерхностного захоронения радиоактивных отходов. Захоронение радиоактивных отходов, образующихся при добыче и переработке урановых руд, и твердых очень низкоактивных радиоактивных отходов может осуществляться без их кондиционирования в пунктах приповерхностного захоронения радиоактивных отходов [7].

Таким образом, для обеспечения безопасности прилегающих к АЭС территорий, необходимо строго соблюдать режим работы объектов атомной энергетики, разрабатывать мероприятия по предотвращению возможных нарушений при эксплуатации, а так же следить за сохранением благоприятной экологической обстановки.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». – М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. – 888 с.
2. Итоги деятельности Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» за 2018 год [Электронный ресурс]: URL: <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/309/309d7a97f98c7c7a4d502a7552e36940.pdf> (дата обращения: 30.08.2019)

3. На всех АЭС России введены зоны безопасности с особым правовым режимом [Электронный ресурс]: URL: <https://www.seogan.ru/na-vsex-aes-rossii-vvedeni-zoni-bezopasnosti-s-osobim-pravovim-rezhimom.html> (дата обращения: 29.08.2019)

4. Обеспечение экологической безопасности АЭС, построенных по российскому проекту АЭС-2006 [Электронный ресурс]: URL: http://sosny.bas-net.by/wp-content/uploads/2013/09/inform_6.pdf (дата обращения 29.08.2019)

5. Охрана окружающей среды в России. 2018: Стат. сб./Росстат. – М., 2018. – 125 с.

6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 04.05.2017 № 862-р Официальный интернет портал правовой информации // Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201705100014?index=2&rangeSize=1> (дата обращения 30.08.2019)

7. Федеральный закон от 11.07.2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». – М., 2019. – 36 с.

SAFETY FEATURES OF TERRITORIES ADJACENT TO NUCLEAR POWER PLANTS

¹*N.N. Krivenko, K.V. Chebanyuk, krivenko_nadin@mail.ru*

²*A.B. Plaksitsky, D.A. Stoyko, pab13@mail.ru*

¹Self - Governing Nonprofit Institution of Higher Education "International Institute of Computer Technologies», Voronezh, Russia

²MERC AF "AFA", Voronezh, Russia

Abstract: the paper analyzes the safety features of the territories adjacent to the NPP, considers the aspects of ensuring the safe operation of nuclear power facilities, presents generalizing data on possible hazards in the design and operation of nuclear power plants.

Keywords: safety of territories, nuclear power plants, radiation safety.

УДК 528.946

СОЗДАНИЕ ГИС-ПРОЕКТА «ВЫЗОВЫ СКОРОЙ И НЕОТЛОЖНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Н.В. Крутских, Б.З. Белашев, А.А. Герасимова

Институт геологии Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия

Аннотация. В работе рассматривается методика создания базы геоданных вызовов скорой медицинской помощи. База включает информацию о диагнозе, возрасте, пол пациента, дате времени вызова, а также дополнена пространственными координатами и характеристиками городских зданий, по месту которых осуществлялся вызов. Применение базы геоданных возможно при изучении связей и факторов формирования экологических рисков в пределах городской среды. Проведен анализ влияния загрязнения почвенного покрова на здоровье детей до 13 лет, при этом использовались данные вызовов скорой помощи по диагнозам заболевания органов дыхания. Выявлена линейная корреляционная зависимость между заболеваемостью и техногенным фактором накопления химических элементов в почвах. Определено, что наибольшее влияние на заболеваемость детей оказывает суммарное воздействие элементов.

Ключевые слова: ГИС, базы данных, геоэкологические исследования, урбанизированные территории.

При решении геоэкологических задач, особенно в пределах урбанизированных территорий, важную роль играют медицинские показатели [5, 6]. Стандартно в подобных исследованиях используются государственные статистические материалы. Подобная статистика обычно

содержит данные о заболеваемости населения по приуроченности к поликлиникам или районам города [1, 2]. Однако их использование затрудняет исследование взаимосвязи между качеством компонентов природной среды и здоровьем населения, так как они охватывают достаточно широкие территории, содержащие одну или несколько зон с повышенными показателями состояния среды. В связи с этим в работе рассматривается возможность применения в качестве показателей уровня заболеваемости населения данные скорой медицинской помощи, на основе которых формируется геоинформационная система. Разработка методики создания геопространственной базы данных проведено на примере г. Петрозаводска, относящегося к крупным городам с числом жителей около 280 тыс. человек. Наиболее значительными источниками техногенного воздействия здесь являются предприятия машиностроения – «Петрозаводскмаш», судостроительный завод Авангард, тракторный завод. В городе также сосредоточены небольшие предприятия, ориентированные на деревообрабатывающую, пищевую, строительную деятельность, металлообработку и металлопрокат. Активно возрастает автотранспортный парк.

Основной материал, используемый для разработки геоинформационной системы – обезличенный каталог статистики вызовов скорой медицинской помощи за 2015 г, предоставленный Петрозаводской больницей скорой медицинской помощи (БСМП). В каталоге содержится вся информация по каждому поступившему в диспетчерскую вызову, включающая адрес, возраст и пол пациента, дата и время вызова, диагноз заболевания по международной классификации МКБ-10. Геоинформационная система разрабатывается с помощью свободной кроссплатформенной программы QuantumGIS (QGIS). Важнейшей задачей является координатная привязка каждого вызова, для решения которой использовались данные свободно распространяемого проекта по созданию открытой географической карты мира OpenStreetMap (OSM). Дополнительно это позволяет добавить в базу данных информацию о типе, этажности, названия зданий, куда осуществлялся вызов. Также проводится чистка исходного каталога, из которого удаляются некорректные значения, данные без адресной привязки и данных по диагнозу. С большой долей вероятности в эту группу попадают ложные вызовы.

Таким образом, структура объединенной базы геоданных вызовов скорой медицинской помощи с пространственной привязкой включает следующие поля:

- | | | |
|----------------|------------------------|--------------------|
| • Улица | • Идентификатор здания | • Дата вызова |
| • Номер дома | по данным OSM | • Время вызова |
| • Координаты X | • Тип здания | • Возраст пациента |
| • Координаты Y | • Название здания | • Пол пациента |
| | • Этажность здания | • Код заболевания |

Пространственные распределения числа вызовов скорой помощи позволяют визуализировать картины заболеваемости городского населения, проводить количественные оценки, изучать влияние на заболеваемость территориальных факторов. Анализ данных заболеваемости проводится по равномерно распределенной сети ячеек (сегментам). Выбор размера ячейки определяется исходя из детальности исследований. Для Петрозаводска подходящей признана равномерная полигональная сетка с размерами ячейки - 200x200 м. Для каждой ячейки рассчитано количество вызовов за год по следующим группам диагнозов:

- | | |
|---|--|
| • суммарно всех заболеваний, | • болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм - суммарно D50-D89; |
| • болезни системы кровообращения – суммарно I; | • психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением алкоголя – F10 |
| • эссенциальная (первичная) гипертония - I10; | • шизофрения – F20; |
| • стенокардия – I20; | • эпилепсия – G40; |
| • острый инфаркт миокарда – I21; | • расстройства вегетативной нервной системы – G90; |
| • хроническая ишемическая болезнь сердца – I25; | • болезни органов дыхания – суммарно J. |
| • инсульт - I64; | |
| новообразования – суммарно C | |

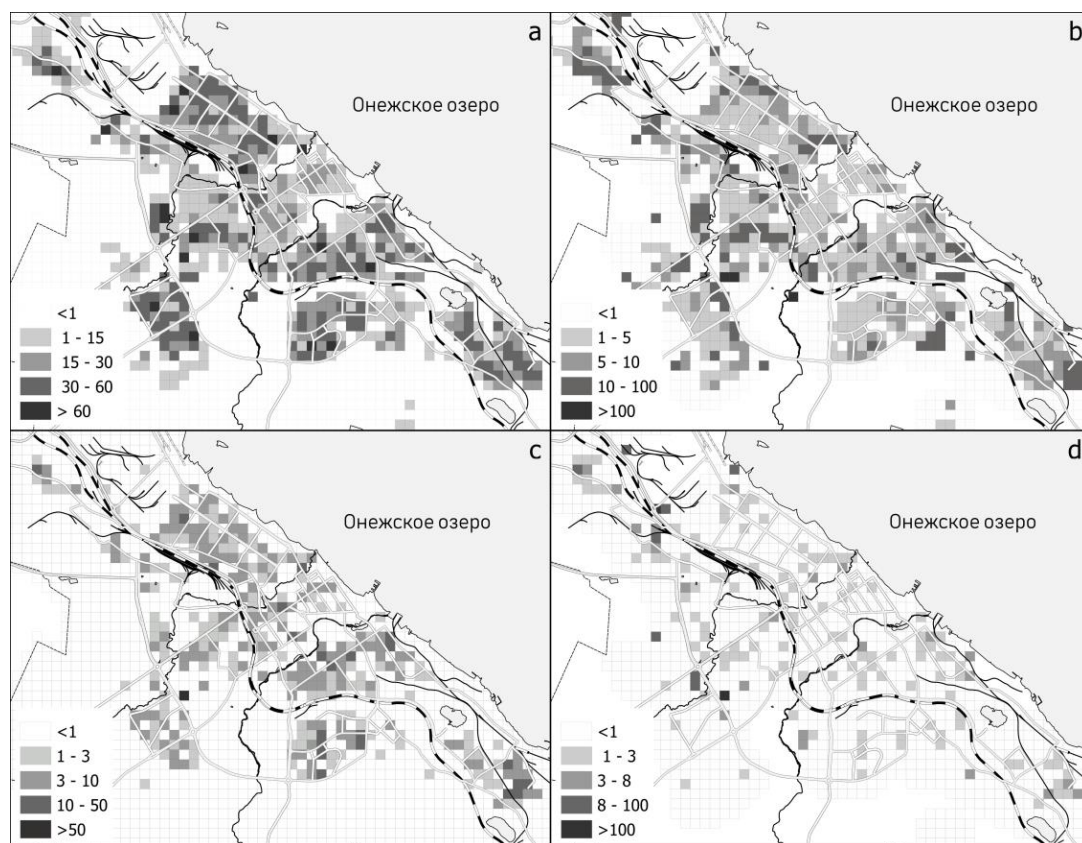


Рис. 1. Визуализация количества вызовов скорой помощи. А- по заболеваниям органов дыхания (J), В – заболевания органов дыхания нормированные на коэффициент плотности проживания; С – по шизофрении (G40); В – шизофрении нормированной на коэффициент плотности проживания

Для распространенных заболеваний число вызовов нормируется на коэффициент плотности проживания, представляющего собой произведение доли площади, занятой жилыми зданиями, этажности зданий и условного коэффициента отражающего плотность количества людей проживающих в жилых помещениях. Для нераспространенных заболеваний нормирование может снижать информативность результатов.

Разработанная база данных дает возможность провести углубленный анализ распределения вызовов скорой помощи. Так, тип здания позволяет выбрать только вызовы в жилые дома, в большей мере обеспечивая привязку к месту проживания. Также возможен выбор наиболее репрезентативной возрастной группы населения.

Для группы дети в возрасте младше 13 лет проведено изучение влияния химического состава почв на заболеваемость органов дыхания (J00-J99 по МКБ-10). Так, воздействие загрязненных почв возможно как прямым путем, через поступление пыли через дыхательные пути или при непосредственном контакте с почвами, особенно на игровых площадках, так и косвенно – путем приема в пищу агрокультур, выращенных на этих почвах [3].

По данным химического состава почв проведен факторный анализ, который позволяет выделять из множества геохимических признаков наиболее важные [7]. Выявлены три основных фактора, оказывающие влияние на распределение элементов в почвах города. Первый фактор (факторная нагрузка 44,4%) отражает геологическое строение территории и состав почвообразующих пород. Он объединяет группу преимущественно литофильных элементов - Sr(0,82), Cs(0,81), Ba(0,82), Cd(0,59), Cr(0,51), Tl(0,49), U(0,47), Co(0,46) [4]. Для второго фактора (14,0% суммарной дисперсии) характерны значительные положительные нагрузки на группу технофильных элементов: Sb (0,86), Pb (0,86), Sn (0,83), Zn (0,69), Cu (0,48). Высокие значения фак-

тора сосредоточены в центральной части города и определяются техногенным воздействием. Третий фактор включает Mo (0,87), Ni (0,87), Cr(0,74) (нагрузка 9,0%). Максимальные значения этого фактора приурочены к трансаккумулятивным ландшафтам.

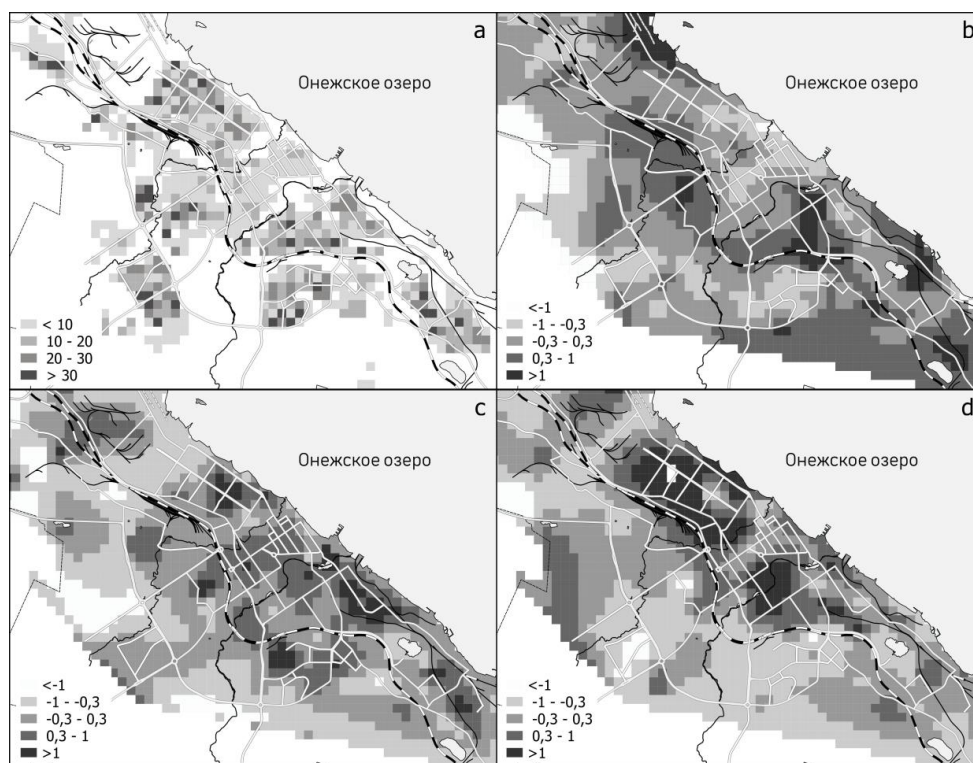


Рис. 2. Пространственное распределение вызовов скорой помощи для детей до 13 лет по заболеваниям органов дыхания (J) (a) и факторные нагрузки геохимических данных (b - фактор 1, c – фактор 2, d - фактор 3).

Проведено сопоставление данных факторного анализа с количеством вызовов скорой медицинской помощи. Наблюдается приуроченность высокого числа вызовов детям до 13 лет по заболеваемости органов дыхания к территориям с высокими положительными значениями нагрузок по второму фактору или же расположенных вблизи от них (рис.2). Некоторое смещение показателей заболеваемости от геохимических аномалий связано с мобильностью детей, которая имеет место быть, несмотря на привязанность детей к определенным территориям. Линейный корреляционный анализ выявил взаимосвязь между техногенным фактором и заболеваемостью только после расчетов для сегментов, увеличенных до 500 м (таблица). В целом уровень заболеваемости определяют суммарное распределение элементов.

Таблица

Матрица коэффициентов корреляции вызовов скорой медицинской помощи детям до 13 лет по заболеваниям органов дыхания(J) (для $n=160$, $r_{крит}=0,16$ при 5% уровне значимости).

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Pb	Zn	Sn	Sb	Cu
Вызовы по J	0,11	0,19	0,06	0,12	0,11	0,12	0,07	0,15

Созданный на основе базы данных вызовов скорой медицинской помощи ГИС представляет собой проект QGIS, объединяющий несколько тематических блоков. Основу составляет блок топографических данных – дороги, водные объекты, здания и тд. Вторая тематическая группа включает данных по вызовам скорой помощи. Третий блок содержит геохимические данные, включающие распределение факторных нагрузок и поэлементные поверхности распределения. Использование проекта возможно в различных направлениях, например, детальное

изучение и пространственный анализ распределений медицинских показателей, выявление территорий наибольшего экологического отклика, оценка экологических рисков. Для реализации возможности изучения воздействия электромагнитных полей на здоровье населения в проект добавлены сведения о местах расположения вышек сотовой связи, высоковольтных линий электропередач.

Список литературы

1. Глотов А.А. Медицинская ГИС — основа интегральной оценки благополучия региона // Геоматика. 2013. №3. С.45-49.
2. Гребенюк А.Н., Мерабишвили В.М., Мусийчук Ю.И., Попов Г., Струков Д.Р. Использование подходов медицинской географии при экологической оценке крупного мегаполиса // ГИС в здравоохранении и медицине. 2012. № 1. URL: https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=6522&SECTION_ID=221
3. Косинова И.И., Крутских Н.В., Кустова Н.Р. Техногенное преобразование природной среды территории г. Воронежа и его экологические последствия. М., РГОТУПС, 2007. 172с.
4. Крутских Н.В. Применение факторного анализа при геоэкологических исследованиях г. Петрозаводска // Геохимия и минералогия геосистем крупных городов. Материалы международной конференции. Спб., Изд-во ВВМ, 2013. С. 38-40.
5. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // Гигиена и санитария. 2014. № 5 (93). С. 5–10.
6. Черешнев В.А., Гамбурцев А.Г. Экология, мониторинг и здоровье людей // Вестник Российской академии наук. 2017. Т. 87. № 2. С. 121-129. <https://doi.org/10.7868/S0869587317020037>
7. Wang J, Zuo R, Caers J. Discovering geochemical patterns by factor-based cluster analysis. Journal of Geochemical Exploration. Vol. 181.,2017, P. 106-115, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.07.006>

CREATION OF THE GIS-PROJECT “EMERGENCY MEDICAL AID CHALLENGES” FOR SOLVING GEO-ECOLOGICAL PROBLEMS

N.V. Krutskikh, B.Z. Belashev, A.A. Gerasimova

Institute of Geology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

Abstract. The technique of creating a database of emergency medical calls is considered. The base includes the diagnosis, age, gender of the patient, date and time of the call. Also, the base is supplemented with spatial coordinates and characteristics of urban buildings to which the call was made. It is possible to use a geodatabase to study the links and factors of environmental risk formation in an urban environment. The analysis of the effect of soil pollution on the health of children under 13 years of age has been carried out. We used the data of ambulance calls for diagnoses of respiratory diseases. A linear correlation was found between the incidence and the anthropogenic factor in the accumulation of chemical elements in soils. It was determined that the greatest impact on the incidence of children has a total impact of the elements.

Key words: GIS, databases, geoecological studies, urbanized areas.

УДК 614.8

РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

П.С. Куприенко, togochn@mail.ru, Т.В. Овчинникова, tvo0104@mail.ru

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация. На территории Воронежской области преобладают равнинные и возвышенные типы рельефа, состоящие в основном из девонских, палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений. Увеличение естественного фона радиации носит компактный характер. В области имеются участки гранитных выходов фундамента на поверхность земли: Павловский район (с. Басовка, с. Украинская Буйловка), Богучарский район (с. Галиевка).

Граниты - это породы, особенно богатые тяжелыми металлами и элементами уранового семейства, выделяющие большое количество включений и спонтанно разрушаемые согласно закону радиоактивного распада.

Ключевые слова: радиация, радионуклиды, контроль, загрязнения, рельеф, рекультивация, распада, атмосфера, радиоизотопы, утечка, топливо.

Глобальным источником радиоактивного загрязнения природной среды в целом и почв в частности, происходит медленный процесс выведения из стратосферы продуктов испытаний ядерного оружия, результат проведенных в атмосфере на различных полигонах планеты. Радиоактивные продукты в результате атмосферных осадков частично выпадают на месте взрыва (около 12 %), частично задерживаются в атмосфере (около 10 % на 30 суток) и 75 % проникают в тропосферу и впоследствии распространяются по поверхности земли, преимущественно в том же полушарии. Здесь целесообразно вспомнить общеизвестные факты о крупнейших полигонах только на территории России: Новая Земля, Семипалатинск, Северный Урал, Забайкалье. На территории Воронежской области особенно четко прослеживается влияние ядерных взрывов на концентрацию церия-141 и церия-144, максимум концентрации Се совпадает по времени со взрывами в периоды 1956 - 1958, 1961 - 1962, 1968 - 1971, 1974 и 1981 гг. [1].

Средняя норма концентрации радионуклидов на территории Воронежской области составляет $370 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ атмосферного воздуха (1985 г.). В 1986 г., после аварии на ЧАЭС 26 апреля, в первые 2-3 суток было зафиксировано самый мощный уровень радиации.

В мае 1986 г. в Воронежской области концентрация радиации достигла максимальных значений $10000 \cdot 10^{-5}$ Бк · м². Средний уровень гамма-фона на 5.05.86 г. по 32 районам области, достигал 115 мкР/час, что приблизительно в 10 раз выше нормативного фона. Основная часть радионуклидов из воздуха вместе с атмосферными осадками осела на почву и сконцентрировалась в верхнем - 0 - 5 см.

Самый незагрязненный оказался Эртильский район, здесь максимальные дозы достигали 25 мкР/час. Анализ динамики мощности экспозиционной дозы [2] в период с 29.04.86 - 25.05.86 гг. по разным районам области показывает, что фронт загрязнения проходил несколько раз в результате изменения направлений ветра, что увеличило загрязнение почвенного покрова радионуклидами. Наибольший уровень экспозиционной дозы был отмечен в начале первой декады мая в: Хохольском, Россошанском, Ольховатском, Репьевском районах приуроченных к Правобережной типичной лесостепной и Калитвенской южной лесостепной зонами г. Воронеже. Во второй декаде мая отмечается повышение общего радиационного фона в Репьевском, Хохольском, Кантемировской, Верхнехавском районах и г. Воронеже. В третьей декаде мая разброс между уровнем гамма-фона уменьшился и составлял для выше перечисленных районов около 50 мкР/ч, а для остальных - 25 - 30 мкР/ч.

Картина загрязнения была практически сформирована к концу мая. Северо-запад области оказались наиболее загрязненными, это районы: Хохольский, Острогожский, Репьевский и Верхнехавский.

Интенсивные дожди в начале мая 1986 г. оказали существенное влияние на величину загрязнения почв радионуклидами. Пришедший с запада циклон принес с собой большое количество радиоактивного йода-131 с периодом полураспада 8 дней (его активность быстро прошла). Атмосферными осадками выпавшие на поверхность земли сконцентрировали цезий-137 и стронций-90 (с периодами полураспада 30 лет) в верхних слоях почвы.

На территории области получили широкое распространение глинистые породы, где концентрируются радиоактивный элемент калий-40. Он прочно удерживается в породах, вследствие процессов сорбции, преимущественно валлювиальных отложениях. Немаловажное значение в

формировании естественного радиационного фона имеет радон (Rn), например, радоновые воды (г. Лиски). В общем радиационном фоне, доля космического излучения не превышает 10 % (для равнинной местности).

Учитывая разные способности сорбции с различными типами почв, в материнских горных породах, в промывном режиме, а также особенностями рельефа местности, характер современного загрязнения почв радиоактивным цезием-137 можно объяснить следующим образом.

для всей южной части области характерно наименьшее загрязнение ($0 - 0,5 \text{ Ки/км}^2$)

Здесь широкое распространение получили южные черноземы на полеоген-неогеновых песках и суглинках с сильно расчлененными Среднерусской и Калачской возвышенностями. Принесенные с атмосферным воздухом радиоизотопы, после прохождения дождей были частично смыты поверхностными линейными водотоками, а частично переместились вниз по почвенному профилю. С последующими дождями цезий-137 был вымыт из почв в грунтовые воды, т.к., во-первых, южные черноземы в пределах области располагаются на мощных толщах палеоген-неогеновых песков, песчаников и мела, для которых характерна более высокая промывная способность. Во-вторых, цезий-137 более прочно фиксируется в почвах, содержащих большое количество глинистых минералов, а основной сорбции является илестая фракция. В-третьих, сорбция цезия зависит от содержания конкурирующего катиона - аналога кислорода, а в южных черноземах оно достаточно высокое [2].

Пониженные концентрации цезия-137 характерны также для небольших участков (площадь от 20 до 600 км² в северной и центральной частях области), Среднее значение концентрации цезия-137 характерно для большинства 80 % территории области, что практически составляет единое поле в пределах контура. На территории области обнаружено 56 участков с плотностью загрязнения более 1 Ки/км², основное количество которых сконцентрировано в западной и центральной частях. Площадь большинства участков сравнительно невелика, лишь 8 из них занимают территорию площадью около 100 км² (2 - в районе г. Острогожска, 2 - в районе г. Лиски, 2 - близ п.г.т. Репьевка и 2 - на западной границе области), что связано с сильным первоначальным загрязнением данных районов при прохождении облака с ЧАЭС. На основании повышенной концентрации радионуклидов, жители ряда населенных пунктов области получают т.н. "гробовые деньги".

Вторым крупным источником загрязнения почвенного покрова и окружающей среды в целом, является Нововоронежская АЭС (НВАЭС). Станция была построена в 1964 г. На станции производятся планомерные контрольные выбросы в окружающую среду через вентиляционные трубы и системы канализации. Кроме того, наблюдаются утечки радиоактивной воды из бассейнов выдержки отработанного топлива и хранилищ РАО».

В районе Нововоронежской АЭС фоновое загрязнение почв цезием-137 составляет $0,5 - 0,7 \text{ Ки/км}^2$ [3]. До Чернобыля в радиусе 7 км от НВАЭС отмечались небольшие пятна повышенных концентраций цезия-137 в почве ($0,75 - 0,95 \text{ Ки/км}^2$), между пятнами - $0,55 \text{ Ки/км}^2$. Вблизи станции концентрация цезия - 137 в верхнем 0 - 5 см слое почвы в 2 - 4 раза выше, чем на расстоянии более 5 км [1].

В настоящее время процент загрязненных радионуклидами земель, прилегающих к НВАЭС районов, значительно выше, чем удаленных от нее.

Контроль загрязненности сельскохозяйственной продукции занимает одно из важнейших мест в системе мероприятий по радиационной безопасности населения. При этом, результаты контроля должны быть максимально достоверными. Методическое обеспечение базируется как на классических представлениях, основанных на отечественном и зарубежном опыте измерения и анализа радиоактивности, основных физических принципах регистрации излучений разных типов, так и на возможностях современного аппаратного парка. Одной из организаций, проводящей анализ сельскохозяйственной продукции в Воронежской области на содержание радионуклидов, является Воронежская агрохимическая лаборатория. Спектр используемой для этого аппаратуры достаточно широк.

Человек - это наиболее чувствительное к облучению звено биосферы. Развитие автоматной энергетики, возрастание масштабов использования источников ядерной энергии, аварий аварийные и чрезвычайные ситуации, вызывающие глобальные выбросы продуктов ядерного

деления не только на территории Воронежской области, но и на всей поверхности Земли, привели к повышению дозы естественного фонового облучения человека до 4 бэр. Этот показатель близок к пределу годовой безопасной дозы, равной 4,5 бэр.

Из источников радиоактивных веществ, поступающих из внешней среды в организм человека, более 90 % приходится на продукты питания, в которых могут содержаться как отдельные изотопы, так и их комплексы. В продукты питания радионуклиды поступают из почвы, воды, воздуха. Сельскохозяйственные растения накапливают из почвы только водорастворимые вещества (цезий-137, стронций-90) [2].

Для снижения поступления радиоизотопов в растения целесообразно проведение следующих мероприятий указанных в таблице 1.

При выборе этих мероприятий, нами учитывались результаты оценки загрязнения земель радионуклидами, а также эффективность эколого-экономических мероприятий, что позволяет получать сельскохозяйственную продукцию, отвечающую соответствующим радиологическим требованиям [3].

Таблица 1

Типизация районов Воронежской области по степени загрязнения земель Cs-137 и рекомендации по их использованию [3].

Степень загрязнения земель в муниципальных районах	Земли содерж. Cs-137 >1 Ку/км ² , км	Основной показатель загрязнения, Ку/км ²	Рекомендации по использованию земель, загрязненных радионуклидами
I. Сильное	4,8	> 1,0	Проведение полного комплекса организационных, агрохимических и агротехнических мероприятий. Работы в растениеводстве – без ограничений. Выпас молочного скота производится на культурных пастбищах; мясного и рабочего скота – без ограничений. Внесение на поля органических и минеральных удобрений. В Верхнехавском и Лискинском районах – проведение известкования почв
II. Повышенное	4,7	0,5-1,0	Почти повсеместно – проведение организационных и агротехнических мероприятий. Работы в растениеводстве и животноводстве – без ограничений. Обязательное внесение на поля минеральных и органических удобрений. На землях с содержанием Cs-137 >1 Ку/км ² – ограничения в выпасе молочного скота. В Аннинском, Каменском и Павловском районах – известкование почв
III. Небольшое	1,3	0,5-1,0	Проведение организационных и агротехнических мероприятий. Ис-

			пользование удобрений в земледелии в соответствии с существующими нормами. На землях с содержанием Cs-137 >1 Ки/км ² – проведение полного комплекса мероприятий. Известкование земель в Панинском, Эртильском и Рамонском районах
IV. Незначительное	0,4	< 0,5	Проведение организационных мероприятий. Работы в растениеводстве и животноводстве проводятся без ограничений

Список литературы

1. Условия возникновения и особенности чрезвычайных ситуаций в Центрально-черноземном регионе: монография / Т.В. Овчинникова, В.М. Смольянинов, В.И. Федянин // Воронеж: Изд. «ИСТОКИ», 2007. 230 с.
2. Проблемы влияния твердых бытовых отходов на окружающую среду: монография / Ашихмина Т.В., Овчинникова Т.В., П.С.Куприенко // Germany; LAMBERT «AcademicPublishing», 2014. С. 196.
3. Шаги решения концепции «Безопасный регион»: монография /Т.В. Овчинникова, П.С. Куприенко, В.М. Смольянинов и др.// Воронеж: Изд. «Цифровая полиграфия», 2018. С. 333.

THE RADIOACTIVE ENVIRONMENTAL POLLUTION, AS EXEMPLIFIED BY THE VORONEZH REGION

*P.S. Kuprienko (togocho@mail.ru), T.V. Ovchinnikova (tvo0104@mail.ru)
Voronezh state technical University, Voronezh, Russia*

Abstract. On the territory of the Voronezh region is dominated by flat and elevated type of relief, composed mainly Devonian, Paleogene, Neogene and Quaternary deposits. Increasing the natural background radiation is compact. In the region there are areas of granite outcrops of the basement to the earth's surface: Pavlovskiy rayon (the village of Basovka, S. Ukrainian Buylovka), Bogucharskiy district (h. Nalivka).

Granites are rocks particularly rich in heavy metals and elements of the U-family, emitting a large number of inclusions and spontaneously destroyed by the law of radioactive decay.

Keywords: radiation, radionuclides, control, pollution, relief, remediation, decay, atmosphere, radioisotopes, leakage, fuel.

УДК 556.332.46 : 550.8.014

ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ГИПСОАНГИДРИТОВ В ВОДЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ.

А. Л. Лебедев, aleb.104a@yandex.ru

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Геологический факультет, ЛОГС, Москва, Россия

Аннотация. Экспериментальные исследования кинетики растворения гипсоангидритов в воде (25 °С, P0.1МПа) позволили сформулировать модель процесса, в виде балансового урав-

нения кинетики растворения гипса, ангидрита (первого и второго порядкоответственно) и кинетики осаждения гипса второго порядка. Обработка опытных данных проводилась на основе решения уравнения Риккати. При учете влияния одноименного иона на растворимость гипса и ангидрита расчетные значения оказались более сопоставимы с опытными.

Ключевые слова: гипс, ангидрит, уравнения Риккати, скорость реакции растворения.

В районах распространения гипса и ангидрита, а это около 7 млн. км² суши, изменения условий геосферы, связанных с практической-хозяйственной деятельностью часто приводят к интенсификации процесса массообмена и, вследствие чего – к увеличению проницаемости и пористости пород. Скорость изменения фильтрационных параметров в таких условиях может быть соизмерима по времени со сроками строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Особенно остро эта проблема проявляется при гидротехническом строительстве, т.е. в условиях, когда процессы растворения и выщелачивания гипса и ангидрита могут привести к уменьшению фильтрационной устойчивости пород. Преобразование ангидрита в гипс, при дисперсном распределении мелких частиц и прослоев ангидрита ($\approx 0.1 - 2$ см) в глинах, приводит к их набуханию (например, как в гипсовых кейперовых отложениях [6]). Эти породы (anhydritic claystones) являются одними из наиболее проблемных пород при туннелестроении.

При прогнозных оценках процессов растворения и гидратации ангидрита используют модели массообмена горных пород с подземными водами. Составная часть подобных моделей – уравнение кинетики гетерогенных химических реакций, протекающих на реакционной поверхности растворения горных пород и минералов.

Процесс растворения и гидратации ангидрита обычно представляется в виде 3-5 последовательных стадий [4, 7]. На первых стадиях происходит диффузия молекул воды в кристаллическую структуру ангидрита и образование в периферийных частях зерен адсорбированного слоя ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} , т.е. формируется пленочный раствор, насыщенный относительно гипса. Внутренний край этого слоя перемещается от поверхности частицы к ее центру. Заключительные стадии – образование нуклеусов гипса в этом гелеобразном веществе с последующим образованием гипсового слоя на поверхности ангидрита.

Составить модель этого сложного процесса пока не представляется возможным, так как отсутствуют физико-химические характеристики, фактически, всех его стадий. Цель данной работы – определение параметров кинетики реакции растворения гипсоангидритов в воде, как первый шаг в изучении процесса их растворения и гидратации (25°C).

Теоретические предпосылки. Взаимодействие поверхности растворения гипсоангидритов с водой удобно представить в рамках трех последовательных этапов. На первом этапе в результате одновременного растворения гипса и ангидрита раствор становится насыщенным относительно гипса ($R_s = \alpha_1(C_{m1} - C) + \alpha_2(C_{m2} - C)^2$). На втором – растворение ангидрита сопровождается осаждением гипса. По мере увеличения степени насыщенности раствора, относительно ангидрита, скорости процессов растворения ангидрита и осаждения гипса “выравниваются” и в растворе устанавливается положение устойчивого состояния равновесия ($R_s = \alpha_2(C_{m2} - C)^2 - \alpha_3(C - C_{m1})^2$). На заключительном этапе скорость процесса растворения ангидрита более низкая, чем скорость осаждения гипса. На поверхности ангидрита формируется гипсовый слой. Процессы растворения ангидрита и его гидратация прекращаются. Раствор становится насыщенным относительно гипса.

В рамках этих трех этапов, с самых общих позиций, модель кинетики растворения гипсоангидритов в воде представляется в виде балансового уравнения:

$$R_s = \alpha_1(C_{m1} - C) + \alpha_2(C_{m2} - C)^2 - \alpha_3(C - C_{m1})^2, \quad (1)$$

где R_s – скорость реакции растворения; C_m , C – концентрация ионов Ca^{2+} соответственно равновесия и на момент времени t ; V – объем раствора; $\alpha_1 = k_{e1}\zeta_1 S_1/V$, $\alpha_2 = k_{e2}\zeta_2 S_2/V$, $\alpha_3 = k_{e3}\zeta_3 S_1/V$; $k_{e1,2}$ и k_{e3} – константа скорости реакции соответственно, растворения и осаждения; ζ_{1-3} – фактор ше-

роховатости ($\xi = S'/S$); S' и S - площадь поверхности минерала, соответственно удельная и геометрическая (нижние индексы 1-3 характеризуют величины α, C_m, k_e, ξ и S , соответственно при растворении гипса, ангидрита и осаждении гипса).

Экспериментальная часть. Опытная установка представляла собой термостатированную ячейку цилиндрической формы со статическим режимом работы. Раствор перемешивался погружной мешалкой. Кинетические кривые регистрировались на самописце КСП-4 с помощью метода кондуктометрии. Образцы для опытов отобраны с прибрежной зоны Камского водохранилища (Р1ir, плотная порода бледно-голубого цвета, содержание ангидрита и гипса соответственно, 96 и 4 мас.%). Более подробно установка и методика проведения опытов описаны в работе [2].

Основой для обработки каждого опыта являлась численная зависимость $C(t)$. Параметры k_{e1} (0.001 см/с), ξ_{1-3} , $S_{1,2}$, $C_{m1,2}$, и V - задавались, а k_{e2} и k_{e3} - рассчитывались. Значения C_{m1} и C_{m2} (25°C) составляли диапазоны соответственно 0.006-0.0151 и 0.017-0.0194 ммоль/см³ с учетом возможного влияния на растворимость гипса и ангидрита одноименного иона. Максимальные значения диапазонов - растворимость только "одного" гипса и "одного" ангидрита в воде. Значение $C_{m2} = 0.0194$ ммоль/см³ выбиралось на основании осреднения данных литературных источников, как и $C_{m1} = 0.0151$ ммоль/см³ в работе [3].

Аналитические решения, для первого этапа определялись при замене переменных $y = C_{m2} - C, \gamma = C_{m2} - C_{m1}$ в первом и втором слагаемых уравнения (2), таким образом, получаем:

$$y' = \frac{\partial y}{\partial t} = -\alpha_1 y - \alpha_2 y^2 + \alpha_1 \gamma. \quad (2)$$

Это известное общее уравнение Риккати [1] иногда упрощается подстановкой $y = \frac{\bar{y}'}{\alpha_2 \bar{y}}$,

что приводит к однородному линейному дифференциальному уравнению 2 порядка относительно $\bar{y}(t)$:

$$\bar{y}'' + \alpha_1 \bar{y}' - \alpha_1 \alpha_2 \gamma \times \bar{y} = 0. \quad (3)$$

Это уравнение имеет решение вида

$$\bar{y} = c_1 \exp(s_1 t) + c_2 \exp(s_2 t) \quad (4)$$

$$s_{1,2} = 0.5(-\alpha_1 \pm \alpha_1(1 + 4\alpha_2 / \alpha_1 \gamma)^{1/2}) \quad (5)$$

и, соответственно,

$$y = c_2^n - c = \frac{s_1 + c_2/c_1 \exp((s_2 - s_1)t)}{1 + c_2/c_1 \exp((s_2 - s_1)t)} \times \frac{1}{\alpha_2} \quad (6)$$

Похожие подстановки и решения были получены для 2-ого и 3-ого этапов. Решались прямые и обратные задачи. Прямая задача - определение концентраций при заданных значениях параметров $-C_{m1}, C_{m2}, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$. Обратная - определение параметров, соответствующих минимуму функции качества [5].

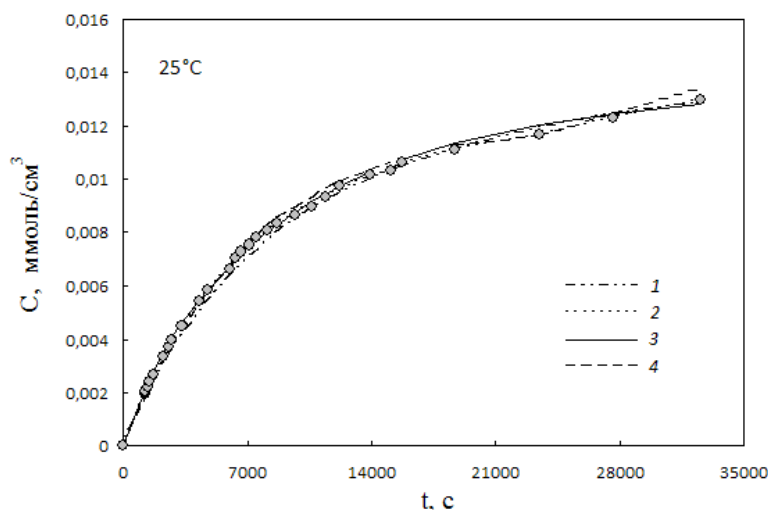


Рис.1 Зависимость C от t . Символы – экспериментальные значения, линии – расчетные. Варианты расчетов ($S = 9.62 \text{ см}^2$, $S_1 = 0.38 \text{ см}^2$, $S_2 = 9.23 \text{ см}^2$, $V = 89 \text{ мл}$): 1- $C_{m1} = 0.01 \text{ ммоль/см}^3$, $C_{m2} = 0.0194 \text{ ммоль/см}^3$, $\xi_{1-3} = 10$; 2 - $C_{m1} = 0.01 \text{ ммоль/см}^3$, $C_{m2} = 0.017 \text{ ммоль/см}^3$, $\xi_{1-3} = 10$; 3 - $C_{m1} = 0.006 \text{ ммоль/см}^3$, $C_{m2} = 0.018 \text{ ммоль/см}^3$, $\xi_{1-3} = 10$; 4 - $C_{m1} = 0.0151 \text{ ммоль/см}^3$, $C_{m2} = 0.0194 \text{ ммоль/см}^3$, $\xi_{1,2} = 12$.

Результаты. Обработка опытных данных в виде зависимостей $C(t)$ показала, что использование уравнения (1), для модельного представления кинетики растворения гипсоангидритов в воде вполне оправдано (25°C ; $C < 0.67C_{m2}$, рис.1).

Расчитанные значения величины C наиболее близки экспериментальным данным в вариантах 2 и 3 ($C_{m1} = 0.006 - 0.01$, $C_{m2} = 0.017 - 0.018 \text{ ммоль/см}^3$), т.е. получены при более низких значениях растворимости гипса ($C_{m1} < 0.0151 \text{ ммоль/см}^3$) и ангидрита ($C_{m1} < 0.0194 \text{ ммоль/см}^3$).

По результатам расчетов вариантов 2 и 3 значения $k_{e2} \approx 0.005 \text{ см}^4/(\text{ммоль} \cdot \text{с})$ и $k_{e3} = (0.5 \div 4) \times 10^{-2} \text{ см}^4/(\text{ммоль} \cdot \text{с})$, оказались сходными с данными работы [6] соответственно, диапазоны $(1 \div 10) \times 10^{-3}$ и $(1.3 \div 14) \times 10^{-3} \text{ см}^4/(\text{ммоль} \cdot \text{с})$.

Заключение. Уравнение кинетики растворения гипсоангидритов в воде на границе раздела фаз в области реакции вплоть до $C = 0.67C_{m2}$ имеет вид:

$$R_s = k_{e1}(C_{m1} - C) + k_{e2}(C_{m2} - C)^2 - k_{e3}(C - C_{m1})^2.$$

Расчетные значения более соответствуют опытным, с учетом влияния одноименного иона на растворимость гипса и ангидрита. При 25°C : $k_{e1} = 0.001 \text{ см/с}$, $k_{e2} \approx 0.005 \text{ см}^4/(\text{ммоль} \cdot \text{с})$ и $k_{e3} \approx (0.5 \div 4) \times 10^{-2} \text{ см}^4/(\text{ммоль} \cdot \text{с})$.

Список литературы

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., Наука, 1978. 832 с.
2. Лебедев А.Л. Кинетика растворения гипса в воде // Геохимия. 2015, № 9, с. 828–841.
3. Лебедев А.Л., Косоруков В.Л. Растворимость гипса в воде (25°C) // Геохимия. 2017, № 2, с. 171-177.
4. Печеркин А.И. Геодинамика сульфатного карста. Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 1986, 172 с.
5. Шестаков В. М., Невечеря И. К., Авилина И. В. Моделирование контаминации патогенных микроорганизмов в подземных водах. Москва. Академкнига, 2007, с. 95.
6. Serafeimidis K., Anagnostou G. On the time-development of sulphate hydration in anhydritic swelling rocks // Rock Mech. Rock Eng., 2013, v. 46, p. 619–634.
7. T. Sievert, A. Wolter, N.B. Singh. Hydration of anhydrite of gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{II}$) in a ball mill // Cement and Concrete Research, 2005, v. 35, p. 623–630.

STUDY OF THE RATE OF DISSOLUTION OF HYPISO ANHYDRITES IN WATER FOR SOLVING PROBLEMS OF TECHNOSPHERIC SAFETY OF TERRITORIES

A.L. Lebedev. e-mail: aleb.104a@yandex.ru

Geological Faculty, Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. Experimental study of kinetics of dissolution of hypso anhydrites at 25°C made it possible to formulate model of the process in the form of a balance equation for the kinetics of dissolution of gypsum, anhydrite (first and second orders, respectively) and kinetics of precipitation of gypsum (second order). The processing of the experimental data were carried out on the basis of the solution of the Riccati equation. When taking into account the common-ion effect on the solubility of gypsum and anhydrite, the calculated values turned out to be more comparable with the experimental ones.

Keywords: gypsum, anhydrite, Riccati equations, dissolution rate.

УДК 551.1.4, 551.4.04, 502.7

УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ К ТЕХНОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ ПО ТЕРРИТОРИИ ЧУВАШИИ

Т.М. Рахимов, rakhimovuser@gmail.com

ФГБОУ ВО «Чувацкий государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары

Аннотация. Статья посвящена анализу устойчивости геоэкологической среды к техногенным воздействиям по территории Чувашской Республики. Анализ учитывает площадное распространение групп геологических формаций, неустойчивых к любым техногенным нагрузкам. Как основа – геологические разрезы и геологические карты. Прослежена связь разломно-блоковой структуры фундамента и современного рельефа. На развитие опасных экзогенных процессов влияет наложенный антропогенный фактор. Приводятся результаты экогеологического зонирования территории как степень техногенной нагрузки на геологическую среду. Динамическая географо-геологическая позиция региона определяет современный потенциал недр и геоэкологические проблемы недропользования.

Ключевые слова: геоэкологическая среда, разрез, карта, формации, техногенная нагрузка, потенциал недр, проблемы недропользования.

Чувашия – центр Среднего Поволжья, малоземельна (площадь 18,3 тыс. км²) и густонаселена (~70 чел/км²). Выделяются физико-географические провинции: левобережная (Заволжье) и правобережная (Чувашское плато). При этом исходя из величины и характера современного рельефа: левобережная часть – низменная, а правобережная – возвышенная. Тектоника: левобережье – Котельничский свод, правобережье – Токмовского свод. Гидрогеология: левобережье – Ветлужский бассейн, правобережье – Волго-Сурский.

Геоэкологические компоненты устойчивости определяют геологическую среду как важнейший компонент окружающей среды, который является аккумулятором техногенного загрязнения. Критический анализ общегеологических факторов в сочетании с активностью природных процессов позволяет провести нормированную оценку состояния и экологического потенциала геологической среды.

Можно выделить следующие группы геологических формаций, исходя из степени устойчивости к техногенному воздействию: 1) устойчивые – кремнистые, салические, мафические и ультрамафические формации осадочно-вулканогенных, магматических и метаморфических горных пород; 2) умеренной устойчивости – формации с переменным количеством различных карбонатов, магматических пород повышенной щелочности; 3) неустойчивые – терригенные и карбонатно-терригенные осадочные геологические формации; 4) критически неустой-

чивые – карбонатно-терригенные, сульфатно- и соленосные осадочные геологические формации.

По территории выделены группы геологических формаций – от неустойчивых к техногенным нагрузкам до критически неустойчивых (Рис. 1). Как основа выделения – литолого-фациальная характеристика геологического разреза. Распространение типовых мегакомплексов по вещественному составу (терригенный, карбонатно-терригенный, эвапорит-карбонатно-терригенный) учтено по результатам геологических съёмок и изданных государственных геологических карт масштаба 1:200 000 для Средневолжской серии листов, а также по карте минералогического районирования [1].

Дислоцированность осадочного чехла обусловлена неглубоким залеганием фундамента (до 2-х км), для эрозионно-тектонического рельефа которого характерна разломно-блоковая структура [2], отражённая и в современном рельефе [3]. Разломы сопровождаются ослабленными зонами трещиноватости, по которым на поверхности развиваются опасные экзогенные геологические процессы (ЭГП).

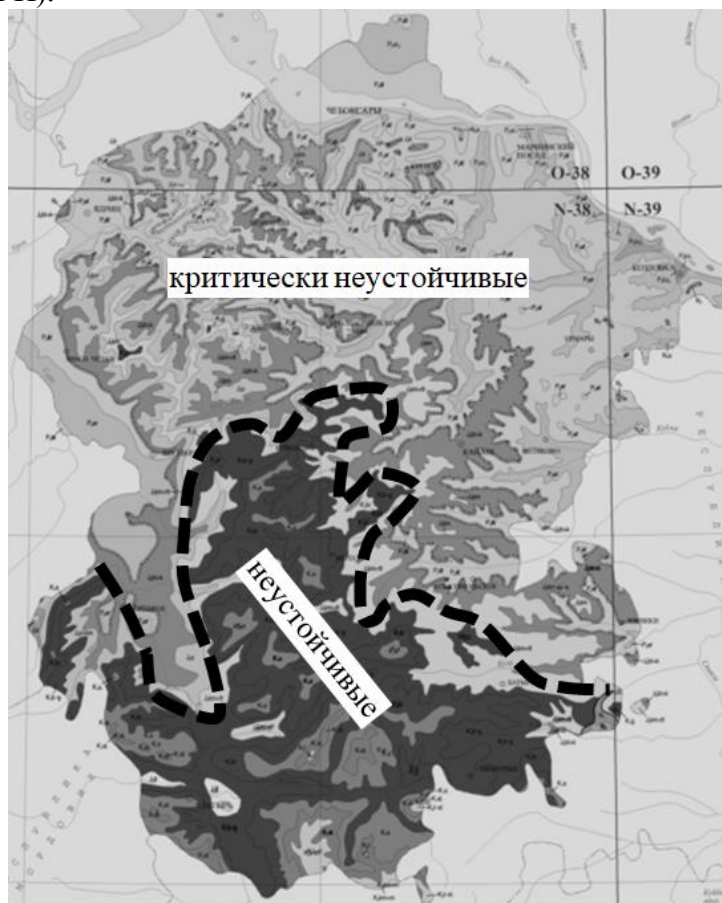


Рис. 1. Районирование территории по степени устойчивости к техногенному воздействию

Это оползневые процессы и овражная эрозия (общая поражённость территории – 10%); сами же процессы несут в себе долговременную опасность. Значимый ущерб и высокая потенциальная опасность установлены: г. Алатырь – оползневой процесс имеет возобновляющийся характер; г. Чебоксары – техногенное воздействие изменяет облик рельефа; с. Порецкое – активно воздействует береговая переработка склона р. Сура. Для случаев активизации ЭГП к общим факторам можно отнести литолого-гидрогеологические условия и антропогенный фактор (плохое обустройство поверхностных стоков).

Приводится обобщённая оценка инженерно-геологических условий (по показателям – приуроченность, литология, мощность, устойчивость) территории для основных комплексов:

- 1) Биогенный комплекс (bQ_{IV}): по долинам рек; торф низинного типа (р. Волга – также

верхового и переходного типов); 0,5-18; не рекомендуется использовать в качестве оснований для зданий и сооружений.

2) Современный аллювиальный комплекс (aQ_{IV}): в долинах всех рек; доминируют песчаные породы (содержат примеси глинистого материала); 22 (р. Волга), 28 (р. Сура), 15 (р. Цивиль), 16 (р. Кубня); грунтовые основания при строительстве (глинистые породы уменьшают несущую способность).

3) Верхнечетвертичный аллювиальный комплекс (aQ_{III}): I и II над-пойменные террасы; преобладают песчаные породы (прослой глины и суглинков); 7-25; основание для зданий и сооружений (близкое залегание грунтовых вод к поверхности; наличие прослоев недоуплотненных грунтов).

4) Средне-верхнечетвертичный элювиально-делювиальный, делювиальный комплекс (e, dQ_{II-III}): водораздельные пространства, их склоны, речные террасы; суглинки, глины и супеси; до 10 (до 19 – левобережье р. Сура); достаточно надежные прочностные и деформационные характеристики (грунты коррозионны; скопление в зоне аэрации инфильтрационных вод).

5) Нижне-среднечетвертичный аллювиальный, озерно-аллювиальный комплекс (a, laQ_{I-II}): III и IV надпойменные террасы речных долин; пески, глины, суглинки и супеси; до 27; основание для фундаментов зданий и сооружений (пески требуют уплотнения; наличие прослоев глины снижает несущие способности песков; близкое залегание грунтовых вод).

6) Нижнечетвертичный элювиальный комплекс (eQ_I): водоразделы рр. Суры и Бол. Цивиль, Волги и Цивиль, Мал. и Бол. Цивиль, Аниша и Кубни; глины и суглинки; до 6 (чаще не более 2); основание для фундаментов сооружений (учёт набухающих свойств).

7) Нижнечетвертичный водно-ледниковый, озерно-аллювиальный комплекс (f, laQ_I): междуречье рр. Суры, Бол. и Мал. Цивиль, Кошлаушки, Хомы; пески, суглинки, глины; до 9; основание зданий и сооружений (исключение – рыхлые грунты; формируются воды типа верховодки; грунты легко размываемые – рост промоин, оврагов, развитие суффозионных и эоловых процессов).

8) Нижнечетвертичный аллювиальный комплекс (aQ_I): по долине р. Сура, в среднем течении р. Аниш; пески (в верхней части – глины и суглинки); до 31; строительство возможно (учёт водопроницаемости песков; глинистые разности снижают несущие способности).

9) Верхне-эоплейстоценовый аллювиальный комплекс (aQ_{EII}): выположенные части склонов водоразделов; пески (глины, суглинки и супеси – в верхней части разреза); до 20; строительство возможно (учёт глинистых прослоев в песках, снижающих несущие способности грунтов).

10) Нижне-эоплейстоценовый озерно-аллювиальный комплекс (laQ_{EI}): водоразделы рр. Сура и Бол. Цивиль, Волга, Мал. Цивиль, Кубня, Аниш; глины, суглинки, пески, супеси; до 19; основания под строительство.

11) Плиоценовый озерно-аллювиальный комплекс (laN_2): в долине р. Кубня, в приустьевой части р. Аль; пески (нижняя часть толщи), глины (верхняя); до 38; основания для сооружений.

12) Среднеюрско-нижнемеловой терригенный морской комплекс (J_2-K_1): юго-западная и центральная часть территории; разрез глинистый (пески, алевролиты, мергели и известняки – подчиненное значение); до 200 м; пригодны для строительства (грунты комплекса подвержены линейной эрозии; глины склонны к образованию оползней).

13) Татарский карбонатно-терригенный континентальный комплекс (P_{2-3t}): перекрыт (выступает по склонам долин); глины (также пески, песчаники, алевролиты, мергели), водовмещающие породы – карбонатные, песчаники и линзы песков; от 1 в долине р. Кубня до 220 в междуречье рр. Выла и Сорма; основание для строительства (устойчивость склонов нарушается – причина оползневых смещений; развитие карста в карбонатных породах – в местах их выходов и близповерхностного залегания).

Выполнено экогеологическое зонирование территории Чувашии по степени техногенной нагрузки на геологическую (гидрогеологическую) среду [4]. Оценка интенсивности техноген-

ного воздействия, путём анализа и обобщения состояния подземных вод в естественных и природно-техногенных условиях, на единицы районирования дана по трём категориям: слабое – состояние грунтовых вод близко к естественному; среднее – совместное изменение нескольких элементов грунтовых вод (водного баланса, загрязнение окружающей среды); высокое – существуют значительные изменения. В целом, интенсивная эксплуатация геосреды приурочена к бассейнам местных стоков северных районов: здесь 70% всей промышленности, а значить, и её отходов (очаги загрязнения). Рост загрязнения наблюдается и при падении производства (причины – износ оборудования, коммуникаций). Отнесение же участков территории к определенной категории антропогенного воздействия должно постоянно корректироваться. Для градо-промышленной агломерации гг. Чебоксары-Новочебоксарск предложена новая эколого-геохимическая оценка состояния геосреды [5]. Наиболее узким местом этих исследований является оценка состояния подземных вод, их количественных и качественных показателей, под воздействием объектов, которые не являются объектами недропользования: крупные свалки бытовых и промышленных отходов. В отношении лицензированных водозаборов для целей мониторинга следует отметить самодостаточное значение форм статистической отчетности, в частности, формы № 4-ЛС. Предложено [4] актуализировать данную форму путём добавления сведений о потерях подземных вод (при транспортировке и самоизливе из скважин, гидрогеологически обусловленных потерь и среднесуточных нормативных потерь), размерах ЗСО (как зон с особыми условиями использования территории), включения выходных форм отчетности по контролируемым химическим компонентам (с превышением ПДК).

Укажем на возможные геоэкологические проблемы, а значит, устойчивость геоэкологической среды, в ходе освоения минерально-сырьевого потенциала недр [7].

Общие ресурсы нефти составляют порядка 28 млн. т. И хотя открытие даже небольших по размерам залежей повысит общий экономический потенциал территории, однако экологические угрозы могут затронуть все компоненты природных ландшафтов.

Освоение всех видов твёрдых полезных ископаемых по территории инициирует рост экономического потенциала. Однако, это повлечёт за собой многочисленные экологические риски: такие как выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, воздействие на почвенно-растительный покров, шумовое воздействие, загрязнение водных объектов.

Для освоения ресурсов подземных вод (питьевых, технических и минеральных) антропогенный фактор имеет наложенное влияние (загрязнение в ходе эксплуатации).

Список литературы:

1. ГИС-Атлас "Недра России", <http://atlaspacket.vsegei.ru/#627863b49fd0ac996> (дата обращения: 10 февраля 2019).
2. Рахимов Т.М. Тектоника Чувашии: горст-грабеновая структура фундамента и прогноз рифей-вендского комплекса по геофизическим данным // XXII международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных «Проблемы геологии и освоения недр», г. Томск, 2-7 апреля 2018 г. труды в 2-х томах, Т. 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – С. 92–94.
3. Рахимов Т.М., Никонорова И.В. Геологическая модель территории Чувашии на основе эволюционной (палеогеографической) реконструкции // Научные ведомости Белгородского государственного университета (Серия «Естественные науки»). 2018. Т. 42. № 1. С. 44–55.
4. Рахимов Т.М., Михатайкина Е.Г. Экогеологическое зонирование территории Чувашии: техногенная нагрузка на геологическую среду // Шестнадцатая международная молодежная конференция «Экологические проблемы недропользования» (ЭКОГЕОЛОГИЯ – 2016), г. Санкт-Петербург, 6-9 июня 2016 г.: сборник материалов – Санкт-Петербург: Институт наук о земле СПбГУ, 2016. – С. 313–317.
5. Рахимов Т.М. Современная оценка ландшафтно-геохимического картирования урбанизированных территорий как основы геохимической модели городских агломераций (на примере гг. Чебоксары, Новочебоксарск) // Всероссийская научная конференция «Геохимия ланд-

шафтов» (к 100-летию А.И. Перельмана), г. Москва, 18-20 октября 2016 г.: сборник докладов (Электронный ресурс) – Москва: Географический факультет МГУ, Электрон. данные (1 оптич. диск DVD-ROM), 2016. – С. 450–452.

6. Рахимов Т.М. Статистическое наблюдение при добыче подземных вод: современные формы и методы // Международная научная конференция «Экологические проблемы недропользования. Наука и образование», г. Санкт-Петербург, 1-5 октября 2018 г.: сборник материалов – Санкт-Петербург: Институт наук о земле СПбГУ, 2018. – С. 235–237.

7. Рахимов Т.М. Рациональное недропользование и геоэкологические риски (на примере Чувашии) // VII Международная научно-практическая конференция «Прогнозирование инновационного развития национальной экономики в рамках рационального природопользования», г. Пермь, 26 октября 2018 г.: сборник докладов – Пермь: ФГБОУ ВО Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – С. 696–702.

STABILITY OF THE GEOECOLOGICAL ENVIRONMENT TO TECHNOLOGICAL IMPACTS IN THE CHUVASHII TERRITORY

T.M. Rakhimov, rakhimovuser@gmail.com

Chuvash State University, Cheboksary

Abstract: The article is devoted to the analysis of the sustainability of the geoeological environment to man-made impacts on the territory of the Chuvash Republic. The analysis takes into account the areal distribution of groups of geological formations that are unstable to any man-made loads. As a basis - geological sections and geological maps. The connection of the fault-block structure of the basement and the modern relief is traced. The development of dangerous exogenous processes is influenced by the superimposed anthropogenic factor. The results of the ecogeological zoning of the territory as a degree of the technogenic load on the geological environment are presented. The dynamic geographic and geological position of the region determines the current potential of the subsoil and the geoeological problems of subsoil use.

Keywords: geoeological environment, section, map, formations, technogenic load, potential of the subsoil, problems of subsoil use.

УДК 556.5

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С АВТОМАТИЧЕСКИХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Н.А. Саноцкая, sanots@rambler.ru

ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются цели и задачи обработки гидрологических данных, получаемых с помощью автоматизированного гидрологического комплекса, и использование этих данных для мониторинга водного объекта и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова. Автоматизированный гидрологический комплекс, гидрологические наблюдения, чрезвычайная ситуация.

В рамках реализации Программы по модернизации и технического перевооружения гидрометеорологической сети Росгидромета гидрологические посты оборудуются автоматизированными гидрологическими комплексами (АГК), в состав которых входят различные средства измерений уровней и/или расходов воды, призванные в автоматизированном режиме выполнять измерения, сбор, обработку и накопление данных, а также передачу результатов измерения в центры сбора данных наблюдений[1].

Обобщенная структурная схема передачи гидрологической информации и принятия управленческих решений о возможности возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) и принятия мер по предотвращению ущерба от ЧС представлена на рисунке 1.

В самом общем виде задача обработки гидрологической информации с АГК формулируется следующим образом: дана совокупность измерений за некоторый период наблюдения, требуется определить вектор-функцию параметров состояния водного объекта и оценить точность полученных результатов.

На этапе обработки информации по данным анализа гидрологической информации с АГК производится оценка состояния водного объекта. Затем принимается управленческое решение и принимаются меры по предотвращению ЧС.

Если по данным оперативного анализа выявляется опасная ситуация, то оперативный анализ дополняется диагностированием состояния оборудования АГК и информация проверяется с использованием данных наблюдений по другим АГК на данном объекте (при наличии).

Автоматизированные системы управления акваторриториальными природно-хозяйственными комплексами (АПХК) можно разделить на два уровня.

Система первого уровня осуществляет автоматизацию процессов сбора и обработки гидрологической информации, необходимой для определения состояния водного объекта. Анализ этого состояния и выработка решения при этом производится человеком.

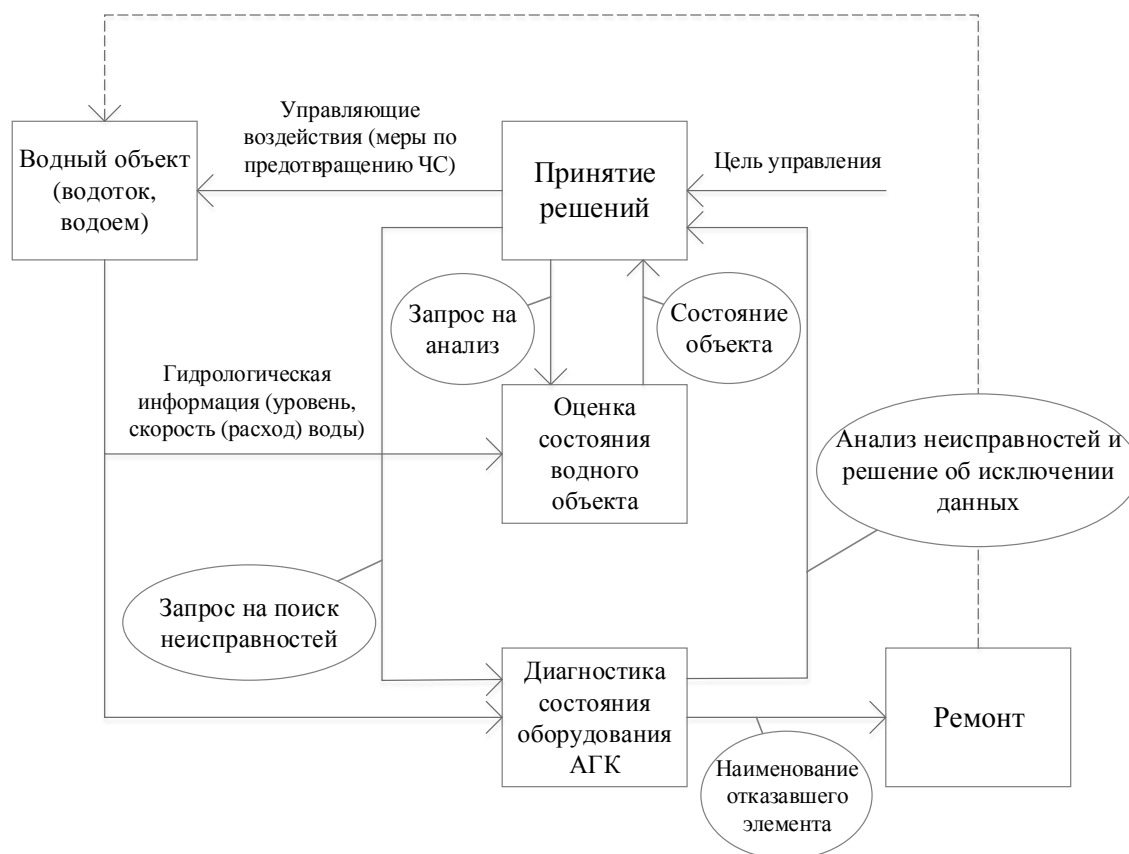


Рис. 1. Обобщенная структурная схема передачи гидрологической информации и принятия управленческих решений.

Для второго уровня характерна автоматизация не только процессов сбора и обработки информации, но и процесса выработки решения на управление.

Несмотря на уменьшение объема ручного труда в управлении АПХК по мере развития приборов и технологий, роль человека только возрастает. Что объясняется усложнением процесса подготовки и использования математического обеспечения систем обработки информации.



Рис. 2. Обобщенная схема информирования оперативных служб и руководящего состава об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации природного (гидрологического) характера

Автоматизированная система состоит из четырех подсистем:

1) получения данных включающую в себя оборудование на гидрологических постах и местах наблюдений, предназначенное для непосредственного производства наблюдений, хранения и передачи результатов наблюдений в центр сбора и обработки данных (гидрологические приборы, контроллер, оборудование связи) физически объединенное в автоматизированный гидрологический комплекс;

2) центра сбора и обработки данных, предназначенного для сбора, обработки, накопления и визуализации информации от автоматизированных гидрологических комплексов;

3) светозвуковой сигнализации предназначенной для оперативного информирования оперативных дежурных единой дежурно-диспетчерской службы о наступлении неблагоприятных или опасных гидрологических явлений;

4) информирования оперативных служб и руководящего состава об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации природного (гидрологического) характера.

Основные задачи обработки гидрологической информации, получаемой с АГК, можно сформулировать следующим образом:

1. Выбор необходимых параметров, интервалов времени для обработки и оценки качества измерений. Данный этап осуществляется в соответствии с заданием на обработку, учитывающим интересы потребителя результатов обработки и возможность решения последующих задач. Например, непрерывный оперативный контроль и мониторинг параметров уровня воды в паводковоопасных реках[2].

2. Повышение достоверности гидрологических данных. Задача решается путем отбраковки аномальных измерений, искаженных помехами.

3. Определение обобщенных характеристик водного объекта.

4. Представление и анализ результатов обработки. Доведение сигналов об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций до оперативных служб и руководящего состава путём светозвуковой сигнализации, рассылкой СМС-сообщений, дозвоном по телефонным линиям, средствами электронной почты, сообщениями на автоматизированных рабочих местах операторов единой дежурно-диспетчерской службы.

5. Выработка элементов решения.

В соответствии с перечисленными задачами автоматизированная система осуществляет:

- проведение круглосуточного мониторинга за уровнем рек;
- оперативный контроль за достижением отметок неблагоприятного и/или опасного явления и оповещение органов управления и местного населения при их достижении;
- выполнение первичной обработки результатов наблюдений;
- передачу в установленном порядке оперативной информации о режиме уровня рек, распространении информации о паводковой ситуации в соответствии с утвержденным планом и схемой доведения.

Список литературы

1. Положение об автоматизированной системе оперативного контроля и мониторинга паводковой ситуации Краснодарского края
2. СТО ГГИ 52.08.36–2013 Стационарные автоматизированные гидрологические комплексы. Способы размещения и установки. – СПб.: Арт-Экспресс, 2013. – 35 с.

GOALS AND OBJECTIVES OF PROCESSING HYDROLOGICAL INFORMATION WITH AHC TO PREVENT EMERGENCY SITUATIONS

*N.A. Sanotskaya, sanots@rambler.ru
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

Abstract. The article describes the goals and objectives of the processing of hydrological data obtained using an automated hydrological complex. The possibility of using this data for monitoring a water body and preventing emergency situations is also described.

Keywords: Automated hydrological complex, hydrological observations, emergency.

УДК504.4.054:628.19

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАСПОРТОВ РОДНИКОВ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА

*Г.А. Сигора, Т.Ю. Хоменко, Л.А. Ничкова, sigoral@yandex.ru, tamara_homenko93@mail.ru
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
г. Севастополь, Российская Федерация*

Аннотация. В статье рассматривается научная значимость исследования качества родниковых вод Севастопольского региона. Подробно описана методика составления экологического паспорта родника, разработанная исследователями в рамках реализации проекта «Наставник». Приведены методы анализа отдельных химических показателей, которые характеризуют качество питьевой воды и их нормативные значения. Экологические паспорта исследуемых родников Севастопольского региона размещаются на интерактивной экологической карте, которая включает полную информацию об их местоположении, фотографии, химическом составе, а также описание основных экологических проблем.

Ключевые слова: Подземные воды, загрязнение, город Севастополь, карта родников, лабораторные исследования, экологический паспорт.

Вопросам изучения химического состава подземных вод, как источника питьевого водоснабжения, в последнее время придается большое значение. Связано это с тем, что подземные и родниковые воды все шире вовлекаются в систему хозяйственно-питьевого водоснабжения, а в некоторых районах Севастопольского региона являются основным источником питьевой воды.

Химический состав подземных вод, в отличие от поверхностных, формируется в условиях взаимодействий с вмещающими породами (вследствие малой скорости движения подземных вод, а следовательно, и продолжительной длительности контакта), в то время как поверхностные воды в той или иной мере изолированы от горных пород продуктами их взаимодействия, входящими в состав донных отложений водоемов и водотоков[1]. Поэтому, в пределах Севастопольского региона в частности, подземные воды существенно отличаются от поверхностных

по содержанию и составу химических веществ. Также на формирование состава природных и родниковых вод влияют такие факторы как [2]:

- физико-географические (рельеф, климат);
- геологические (вид горных пород);
- биологические (деятельность живых организмов);
- антропогенные (состав сточных вод и твердых отходов);
- физико-химические (химические свойства соединений, кислотно-основные и окислительно-восстановительные условия).

В рамках научного проекта «Оценка экологического состояния родниковых вод г. Севастополя и создание интерактивной экологической карты родников Севастопольского региона» впервые проводится масштабный анализ качества родниковых вод. Изучению подлежат порядка пятидесяти источников, отличающихся своим географическим положением, геологическими характеристиками, физическими и химическими показателями.

Научная значимость проекта заключается в получении современной информации о качестве родниковых вод для решения задач оценки экологического состояния территорий с разной степенью антропогенной нагрузки. С помощью химических и физико-химических методов выполняется комплексный анализ родниковых вод г. Севастополя с последующим выявлением наиболее загрязненных источников [3]. Химический анализ проводится по 23 показателям качества, включая органолептические свойства воды, обобщенные показатели (жесткость общая, рН, общая минерализация и т.д.), анионный и катионный состав.

Вся собранная информация в результате полевых и лабораторных исследований отражается в разработанном исследователями экологическом паспорте родника, общий вид которого представлен на рисунке 1.

Экологический паспорт - это документ, включающий описание геологических условий выхода воды, ее физических и химических свойств, интенсивности использования родника, особенности прилегающей территории. На каждый изучаемый родник составляется отдельный экологический паспорт, который частично заполняется на месте отбора пробы. Методика составления паспорта родника рассмотрена ниже.

Название родника. Все источники на изучаемой территории нумеруются и наносятся на план или карту. Если родник не имеет общего названия, его обозначают по месту расположения (например, «Родник в с. Гончарное»).

Географические координаты. Географические координаты фиксируются с помощью специального приложения на смартфоне. Это необходимо для нанесения точного места расположения родников на интерактивную экологическую карту. Также указывается положение источника по отношению к ближайшему населенному пункту, ручью, реке, озеру.

Геологические и гидрогеологические характеристики включают: элемент рельефа, условия выхода воды, дебит источника, наличие отложений.

Элемент рельефа определяется в месте выхода воды. Также делаются фотографии родника и прилегающей к нему территории, которые позже будут размещены на сайте. Дебит определяется с помощью секундомера на смартфоне. Наличие отложений определяется визуально. Все данные заносятся в специально разработанную памятку полевых исследований.

Обустройство родника. Отмечается наличие каптажа, тип обустройства родника (например, железная труба, колодец и т.д.) и наличие свалок. При необходимости родник и прилегающая к нему территория очищается от мусора и других отходов.

Физические свойства воды включают: температуру, запах, вкус, привкус, цветность, мутность и прозрачность. Данные характеристики определяются на месте забора воды, кроме показателя мутности. Мутность воды определяется в лаборатории с помощью специального прибора – мутномера.

Химические свойства воды. Химический анализ родниковых вод проводится в лаборатории на базе кафедры «Техносферная безопасность» Севастопольского государственного университета. В экологический паспорт родника заносятся интегральные (обобщенные) показатели, которые характеризуют качество питьевой воды (общая минерализация, рН, жесткость об-

щая) и некоторые анионы (нитрат-ионы, сульфаты, хлориды), которые являются маркерами загрязненности подземных вод. Превышение нормы данных показателей свидетельствуют о непригодности использования такой воды в питьевых целях.

Общая минерализация является расчетной величиной, получаемой суммированием концентраций компонентов химического состава родниковых вод, выявленных при химическом анализе. Согласно гигиеническим нормам [4], вода считается пригодной для питья, если ее минерализация соответствует значению до 1000 мг/л, а в отдельных случаях — до 1500 мг/л. Результаты исследования показывают, что данный показатель в родниковых водах Севастопольского региона варьируется в пределах от 343,74 мг/л до 1544,02 мг/л и является приемлемым.

Жесткость общая обусловлена наличием в воде ионов щелочноземельных элементов, преимущественно ионов кальция и магния, и определяется с помощью титриметрических методов анализа. Жесткость подземных вод, в отличие от поверхностных, более постоянная величина и меньше меняется в течение года. Норматив жесткости на всей территории РФ установлен в количестве 7⁰Ж. В результате исследования выявлено, что вода в большинстве изучаемых источников является жесткой, а в некоторых родниках превышает норму в 2 и более раза. Но есть также источники с мягкой водой, показатель жесткости которых занижен (например, родник Св. Иоанна Предтечи, родник Св. Пантелеймона).

<i>Экологический паспорт родника</i>	
1. Название родника:	_____
2. Географическое положение:	_____
3. Геологические и гидрогеологические характеристики:	
• элемент рельефа -	_____
• условия выхода -	_____
• дебит -	_____
• наличие отложений -	_____
4. Обустройство родника:	
• каптаж -	_____
• тип обустройства -	_____
• наличие растительности и свалок -	_____
5. Физические свойства воды:	
5.1 Температура:	_____
5.2 Запах, вкус и привкус:	_____
5.3 Цветность:	_____
5.4 Мутность и прозрачность:	_____
6. Химические свойства воды (зеленым – все в норме, красным – показатель, который превышен):	
6.1 Общая минерализация (сухой остаток):	_____
6.2 Водородный показатель (рН):	_____
6.3 Общая жесткость:	_____
6.4 Нитрат-ионы (NO ₃ ⁻):	_____
6.5 Сульфаты (SO ₄ ²⁻):	_____
6.6 Хлориды (Cl ⁻):	_____
7. Условия во время пробоотбора (погодные условия, температура воздуха, состояние родника – замусоренность, наличие снежного покрова, льда и т.д.)	_____
№ родника _____	
Паспорт заполнен « _____ » _____ 20__ г, _____	
	ФИО подпись

Рис. 1 – Экологический паспорт родника

Водородный показатель рН определяются с помощью потенциометрических методов анализа. Показатель рН – один из основных качественных характеристик воды. Норматив водородного показателя установлен для питьевой воды в пределах от 6 до 9 единиц рН. Постоянство рН подземной воды обеспечивается наличием в ней буферных смесей. Согласно ГОСТ Р 51592 максимальный срок хранения пробы для определения составляет 6 часов, поэтому данный показатель измеряется непосредственно на месте отбора пробы с помощью переносного прибора рН-метра рН-150 МИ. Исследования показывают, что практически во всех исследуемых источниках вода является слабощелочной.

Концентрация нитрат-ионов в исследуемой воде определяется с помощью нитратомера ИТ-2101, принцип работы которого основан на потенциометрическом методе анализа. Норма нитратов в питьевой воде составляет 45 мг/л. По результатам исследований выявлено, что в большинстве источников, расположенных в черте города, обнаружено значительное превышение концентрации нитрат-ионов. Превышение данного показателя свидетельствует о загрязненности родниковых вод канализационными и хозяйственно-бытовыми стоками.

Сульфаты и хлориды определяются с помощью тест-систем и тест-комплектов, принцип которых основан на титриметрическом методе анализа. Предельно допустимая концентрация (ПДК) сульфатов и хлоридов в питьевой воде составляет 500 мг/л и 350 мг/л соответственно. Концентрация сульфатов в родниковых водах Севастопольского региона не превышает установленного ПДК. А содержание хлоридов варьируется в пределах от 35,5 мг/л до 550,25 мг/л.

По результатам комплексного анализа все исследуемые родники ранжируются по трем группам: «чистые», «условно чистые» и «загрязненные». К «чистым» относятся источники, где превышение предельно допустимых концентраций определяемых компонентов не выявлено. К группе «условно чистые» отнесены источники с превышением ПДК определяемых веществ в 1,5 – 2 раза. «Загрязненными» источниками считаются те родники, где зарегистрировано превышение нормативных значений более чем в 2 раза.

Потенциальное воздействие на здоровье человека оказывают лишь те вещества, концентрация которых в значительной мере превышает ПДК. Однако дефицит некоторых элементов в воде также приводит к значительному ухудшению состояния здоровья и заболеваемости населения.

Экологический паспорт родника отображается на интерактивной экологической карте при нажатии на точку места расположения того или иного источника. Более подробную информацию о химическом составе воды, а также фотографии родника, можно получить, перейдя на вкладку «подробнее». Интерактивная экологическая карта размещена на официальном сайте Севастопольского государственного университета (www.sevsu.ru) в разделе «Наука», где каждый желающий может получить полную информацию о местоположении родников, фотографии, химическом составе, основные экологические проблемы.

«Исследование выполнено при поддержке РФФИ и г. Севастополя в рамках научного проекта №18-35-50004»

Список литературы

1. Антипов М.А. Оценка качества подземных вод и методы их анализа: учебное пособие / М.А. Антипов, И.В. Заикина, Н.А. Безденежных. – М.:РГАЗУ, 2010. - 136 с.
2. Андрианова М. Ю. Физико-химические основы природных и антропогенных процессов в техносфере: учеб. пособие / М. Ю. Андрианова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 190 с.
3. Сигора Г.А. Исследования современного состояния родниковых вод севавтопольского региона / Г.А. Сигора, Л.А. Ничкова, Т.Ю. Хоменко. – Материалы X всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 100-летию со дня рождения д.г.н., профессора В.И. Прокаева и 90-летию естественно-географического факультета СГСПУ / отв. ред. И.В. Казанцев. – Самара: СГСПУ, 2019. - С. 87- 90.

4. СанПиН 2.1.4.1175 – 02. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 17.11.02. – М.: Минюст РФ, 2002. – 17 с.

METHOD OF COMPILATION ENVIRONMENTAL PASSPORTS OF SPRINGS OF SEVASTOPOL REGION

*T.Y. Khomenko, G.A. Sigora, L. A. Nichkova, tamara_homenko93@mail.ru, sigora1@yandex.ru
Federal State Autonomous educational institution "Sevastopol state University",
Sevastopol, Russian Federation*

Abstract. The article discusses the scientific significance of the study of the quality of spring waters of the Sevastopol region. The methodology for compiling the ecological passport of the spring, developed by the researchers as part of the Mentor project, is described in detail. The standard values and methods for the analysis of individual chemical indicators that characterize the quality of drinking water are given. Environmental passports of the studied springs of the Sevastopol region are posted on an interactive environmental map, which includes complete information about their location, photographs, chemical composition, and a description of the main environmental problems.

Keywords: Groundwater, pollution, city of Sevastopol, map of springs, laboratory tests, environmental passport.

УДК 614.8

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА

*T.V. Ovchinnikova (tvo0104@mail.ru), I.I. Kosinova (kosinova777@ya.ru)
Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия
Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия*

Аннотация. Экологическая основа решает значительную часть социально-экономических вопросов устойчивого территориального развития.

В разработку концепции устойчивого развития в области значительный вклад внесли российские ученые, что повлекло создание адаптивного природопользования, которое впервые обосновал В.В. Докучаев.

Ключевые слова: методология, экология, системы, водоразделы, природные, антропогенные, факторы, регион, область, район, дерево целей.

Постановлением правительства Воронежской области от 20.05.2015 № 393 утвержден план создания и внедрения систем АПК (аппаратно-программный комплекс) «Безопасный регион». Он предполагает развитие региона на технологической платформе и объединение всех элементов комплексной системы природно-техногенной безопасности (КСБЖ), что ведет к созданию и построению АПК «Безопасный регион» на всех муниципальных уровнях.

Устойчивые системы взаимосвязей между: геологическим строением, почвой, водой, воздухом, животным и растительным миром и антропогенным воздействием создает благоприятные условия для ведения адаптивного природопользования.

В регионе на речных водосборах с саморегулирующимися парагенетическими природными системами располагаются природно-хозяйственные комплексы, использующие природные ресурсы.

В настоящее время водоразделы, с хорошо выраженными естественными рубежами, являются природными комплексами и рассматриваются как единая система. Они формируются под влиянием системы «потоков» - от водоразделов к долинам.

Негативные экологические процессы прогнозируются под влиянием природных и антропогенных факторов в результате хозяйственной деятельности человека и оценки их состояния при планировании природоохранных мероприятий - административно - бассейновый подход - наиболее удобный.

В задачи оценки природной среды в регионах интенсивным антропогенным воздействием должны входить условия развития негативных природных процессов и определение степени ухудшения их качеств, включающие в себя две группы показателей.

Первая группа состоит из 24 основных антропогенных и природных факторов, характеризующих: деятельность сельскохозяйственных и промышленных предприятий; использование человеком земельных ресурсов; свойств почвенного покрова; водный режим территории; рельефообразующие породы; геоморфологические условия.

Вторая группа состоит из 19 показателей: загрязнение земель сточными водами, патогенными микроорганизмами и их деградация; захламление отходами и свалками; их загрязнение пестицидами и органическими веществами; земли, загрязненные радиоактивными нуклидами и тяжелыми элементами различных металлов; их переувлажнение; заболачивание; дефлированность почв; кислотность почв; солонцеватость земель; засоление почв; смывость почв и линейная эрозия, характеризующие состояние природных процессов

Показатели состояния природной среды набор природно-хозяйственных факторов определены для каждого территориального уровня.

На всех стадиях обоснования указанных мероприятий используется единый методологический подход, таблица 1.

Использовалась следующая иерархическая градация:

- 1) региональная - Центрально-Чернозёмный регион;
- 2) административная - Воронежская область;
- 3) административно-районная - район области – Семилукский;
- 4) сельхозпредприятий – на примере предприятий сельского хозяйства Семилукского района: «Девицкий колос», «Мичурина» и ООО «Русь»;
- 5) административно-районная - район области – Каширский;
- 6) городского округа - город Нововоронеж, территория комплексных блоков Нововоронежской АЭС.

В условиях Центрально-Чернозёмного региона проведена комплексная оценка антропогенной нагрузки на природную среду, которая характеризуется интенсивной хозяйственной деятельностью человека и ее кризисным состоянием (КС). В результате проведенных исследований была разработана методика изучения условий возникновения природных и техногенных кризисных ситуаций.

Управление природными и техногенными ресурсами рассматривается как обеспечение устойчивого развития региона в результате системного комплексного подхода целенаправленных действий, производимых на основе оптимального функционирования управляемой системой [3].

Управление качеством природных ресурсов выражено с помощью данного уравнения со следующими функциями:

$$I(x, y) - \int_{t_0}^{\infty} F(x, y, t) dt \geq M(x, y); \quad F(x, y, t) = E(x, y, t) - R(x, y, t),$$

$I(x, y)$ – оценивает свойства ресурса в данный момент времени t_0 на координате (x, y) ; $F(x, y, t)$ – обозначает возможные изменения в данный момент t ; $M(x, y)$ – задает границу минимума свойств ресурса под изучением; $E(x, y, t)$ – измеряет скорость изменения ресурса под изучением; $R(x, y, t)$ – измеряет скорость, с которой свойства ресурса в ходе воздействия антропогенных и природных факторов возвращаются к изначальному качественному состоянию [1, 4].

Нормирование допустимых значений и качественных изменений окружающей среды в Центрально-Чернозёмном регионе - природной, антропогенной и техногенной нагрузок - является основным инструментом определения управления экологическим кризисом, приводящим к

ухудшению качества природной среды. В соответствии с таким подходом была разработана модель управления системного подхода, рисунок 1.

Таблица 1

Методологический подход к природопользованию и обоснование мероприятий природоохранного характера.

Исследование объектов	Рабочие этапы	Мероприятия природоохранного характера
Региональный	Основная схема воздействия на ресурсы в природе	- Экологический кризис и условия его возникновения, районирование, М 1:500000; - природная среда и величина антропогенного воздействия на нее, районирование, М 1:500000; - почвозащитные и природоохранные мероприятия, предварительное определение.
Областной	природоохранные мероприятия - схема	- Районирование по условиям развития экологического кризиса, М 1:300000; - величина антропогенной нагрузки, районирование, М 1:300000; - состояние земель и их экологическая оценка; - условия землепользования и их комплексный анализ; - районы области и их комплексы природоохранных и почвозащитных мероприятий.
Исследование объектов	Рабочие этапы	Мероприятия природоохранного характера
Районный	природопользование - схема	- Комплекс мероприятий и их обоснование по ограничению антропогенных воздействий на земельные ресурсы и природную среду; - природоохранные и почвозащитные мероприятия, схема, М 1:50000.
Предприятия городской среды и сельского хозяйства	использование и охрана природных ресурсов «Рабочий проект» по внутрихозяйственному проектированию	- Кадастровая оценка земель и их мониторинг; - ландшафтное соответствие земель и их зонирование; - использование земель должно быть ограничено, М 1:10000; - разработка перечня природоохранных и почвозащитных мероприятий, М 1:10000.

Первоочередной задачей в ходе работ с негативными последствиями экологического кризиса является подбор комплекса природоохранных мероприятий, уменьшающий нанесенный ущерб, с учетом конкретных особенностей исследуемой территории.

Однако не всегда можно произвести экономическую оценку эффективности мероприятий в социальной и экологической сферах. В подобном случае экономически эффективным можно считать результаты предупреждения отрицательных последствий экологического кризиса, что подтверждает сравнение экономических затрат на восстановления ущерба с затратами на его предотвращение. Величина финансового расхода в ходе мероприятий по нейтрализации негативных техногенных и природных процессов прямо пропорциональна их величине.

Таким образом, экологическая, социальная и экономическая эффективность напрямую связана с учетом определения комплексных мероприятий по охране окружающей среды.

На основании вышесказанного можно сделать следующий вывод: благодаря природоохранным мероприятиям по предотвращению или минимизации ущерба вследствие экологического кризиса становится возможным контроль процессов в природной системе региона [2].

Программно-целевой подход является основой для решения целого ряда задач:

1. Анализ экологического кризиса (на базе результатов анализа природных и техногенных факторов);
2. Районирование региона(с использованием административно-бассейнового подхода);
3. Определение конечной цели комплексной программы по снижению рисков;
4. Определение регионального, муниципального и локального комплексов целей;
5. Формирование вариантов программы для конкретных муниципальных образований с входящими в них населенными пунктами и производственными объектами.

Конечная цель программы - мероприятия, предотвращающиеили смягчающие негативные последствия на изучаемой территории, с сопутствующими особенностями генерализации масштабного ряда.

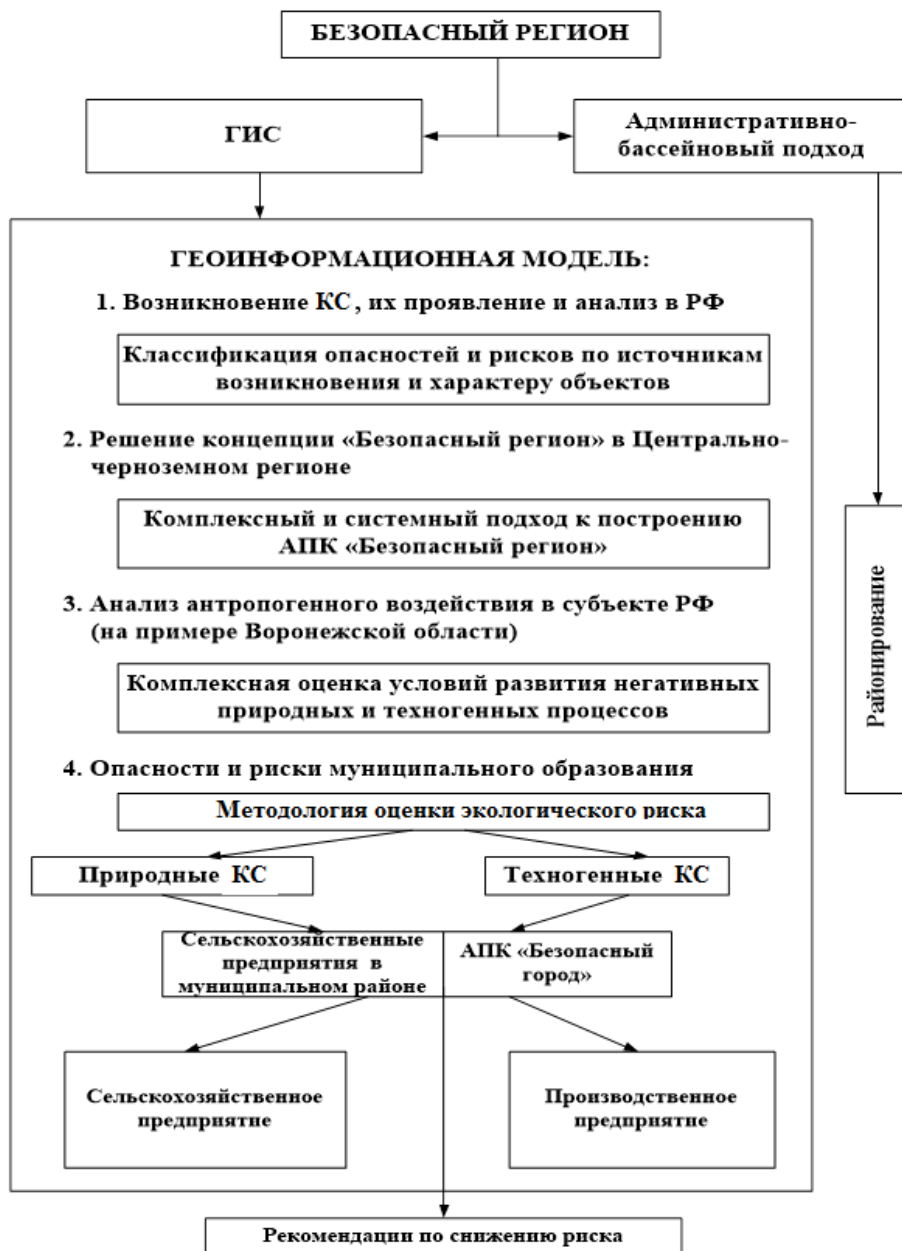


Рис. 1 - Модель управления структурой «Безопасный регион»

Структуризация программы проводится после построения дерева целей, определяется комплексный и системный подход к построению аппаратно-программной комплексной си-

стемы «Безопасный регион» в субъекте РФ на региональном, муниципальном и локальном уровнях.

Список литературы

1. ГОСТ Р 22.10.02-2016 БЧС. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайной ситуации.
2. Косинова И.И. Методика геоэкологической биоиндикации георисков техногенно-трансформированных территорий / И.И.Косинова, О.В.Базарский, С.Н.Козинцев. Геориск, 2012, №3 С.22-25.
3. Овчинникова Т.В. Шаги решения концепции «Безопасный регион»: монография /Т.В. Овчинникова, П.С.Куприенко, В.М. Смольянинов и др.// Воронеж: Изд. «Цифровая полиграфия», 2018. С. 333. (20,75 п.л., вклад автора – 12,75 п.л.)
4. Спесивый О.В. Геоинформационный менеджмент земельных ресурсов Воронежской области: автореф. на степень к.г.н. / О.В. Спесивый. - Воронеж: ВГПУ, 2009. – 23 с.

THE METHODOLOGY OF ASSESSING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE TERRITORY CENTRAL BLACK EARTH REGION

T.V. Ovchinnikova (tvo0104@mail.ru), I.I. Kosinova (kosinova777@ya.ru)

Voronezh state technical University, Voronezh, Russia

Voronezh state University, Voronezh, Russia

Abstract. The sustainable development reflects the aspiration for solving numerous social-economic problems on the ecological basis. Russian scientists made a significant contribution to elaborating the concept of sustainable development in the area of environmental management, which resulted in the idea of adaptive environmental management, firstly substantiated by V.V. Dokuchaev.

Keywords: methodology, ecology, systems, watersheds, natural, anthropogenic, factors, region, region, district, target tree.

УДК 502/504

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Н.Л.Сафонова, nadin_qu@mail.ru

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Аннотация: Статья представляет собой краткий обзор влияния авиации на окружающую среду. Описывается химическое загрязнение атмосферы воздушным транспортом. Обсуждается возможное влияние авиационных эмиссий на радиационный баланс и парниковый эффект.

Ключевые слова: авиационные эмиссии, парниковые газы, сокращение негативного воздействия, биотопливо.

Несмотря на то, что авиация, в сравнении с другими, является относительно «чистым» видом транспорта, ее влияние на климат и экологию со временем становится ощутимым из-за постоянно авиации на окружающую среду. Для этого разрабатываются новые стандарты, ужесточающиеся требования к эксплуатируемым самолетам по авиационному шуму и эмиссиям, а также расширяется увеличивающегося воздушного трафика, приводящего к росту загрязнения в верхних слоях тропосферы. Международная организация гражданской авиации принимает меры для сокращения негативного воздействия список авиационных эмиссий, по которым проводится сертификация двигателей воздушных судов.

Химическое загрязнение воздуха в аэропортах представлено такими авиационными выбросами, как оксиды углерода (CO , CO_2), азот (NO_x), сера (SO_x), углеводороды (HC) и взвешенные частицы, образующиеся в результате работы двигателей и сжигания авиационного топлива. Эти выбросы представляют потенциальный риск для здоровья населения и окружающей среды, так как они могут вызвать увеличение концентрации озона на уровне земли и привести к кислотным дождям.

За последние несколько десятилетий был достигнут значительный прогресс в снижении выбросов из-за повышенной экологичности авиационного топлива (частичная замена керосина на сжиженный природный газ или биотопливо) и технических усовершенствований авиационных двигателей (повышение их тягового КПД, что означает снижение тягового усилия расхода топлива). Однако этот прогресс можно нивелировать в будущем росте активности воздушного транспорта.

Сжигание основной части авиационного топлива происходит не в приземном слое вблизи аэропортов, а в более высоких слоях атмосферы. Эксперты считают, что ежегодно увеличивающиеся выбросы углекислого газа, воды и метана двигателями коммерческих самолетов изменяют химический и радиационный баланс атмосферы, который, наряду с выбросами аэрозолей сульфата углерода, может влиять на климат. Компоненты, такие как диоксид углерода и оксиды азота, имеют особое значение. Оксиды азота участвуют в химии озона (его увеличение может привести к нагреву верхней тропосферы) и увеличению количества гидроксильных радикалов (OH), основного окислителя в атмосфере. Увеличение OH приводит к уменьшению времени жизни метана CH_4 , что может привести к охлаждению, параллельно - в масштабе десятилетий - к уменьшению тропосферного озона. Оксиды серы и сажа приводят к образованию аэрозолей. Аэрозоли и их прекурсоры (сажа и сульфаты) усиливают облачность в виде линейных конденсационных следов и перистых облаков. В зависимости от состояния окружающей атмосферы эти следы могут существовать иногда в течение нескольких минут, а иногда часов, простираясь на несколько километров в ширину и напоминающих перистые или кучевые облака. Очень существенное влияние на радиационный баланс следует ожидать в результате выбросов частиц сажи - твердотельных продуктов неполного сгорания топлива, которые играют роль ядер конденсации. В верхней тропосфере сажевые аэрозоли имеют размер $0,1-0,5$ мкм и состоят из агломератов первичных частиц диаметром $20-40$ нм. Их средняя концентрация колеблется от $0,004$ до $0,5$ см⁻³. Ранее, при оценке климатических последствий выброса сажевых аэрозолей основное внимание уделялось изменениям состава атмосферы вследствие возникновения неоднородных химических реакций на поверхности частиц сажи. Однако существенного влияния эмиссии этих частиц на газовый состав атмосферы пока не обнаружено. В настоящее время считается, что воздействие частиц сажи на климат в основном обусловлено образованием долгоживущих конденсационных следов (прямой эффект) и инициированием образования перистых облаков (вторичный эффект). Радиационный эффект таких облаков чрезвычайно трудно оценить - даже знак этого эффекта точно не определен. Модельные оценки глобального воздействия авиационной сажи на радиационный баланс (влияние крупномасштабных перистых облаков, в образовании которых частицы сажи играют роль ядер конденсации) сделаны с использованием моделей химического транспорта при различных предположениях и параметризации. разница составляет от -110 до $+260$ мВт / м². Действительно, отсутствие подробного описания процессов в моделях и полнота данных наблюдений ограничивают точность количественной оценки вклада радиационного облучения. Согласно расчетам 2005 года, общее радиационное воздействие, вызванное авиационными выбросами (исключая наведенные перистые облака), составило ~ 55 мВт / м², в том числе перистые облака ~ 78 мВт / м². Упрощенные прогностические оценки воздействия климата под влиянием авиации показывают, что к 2050 году эти цифры увеличатся примерно в 3 раза. Особое внимание среди продуктов сгорания авиационного топлива занимают парниковые газы, выбросы которых могут способствовать процессу глобального потепления. Для их сокращения авиакомпания имеют по существу только два варианта:

1. Повышение эффективности использования топлива (то есть удельного расхода топлива).
2. Использование альтернативных видов топлива: синтетическое топливо из угля, природного газа или биомассы.

Природные топлива не содержат серу и ароматические углеводороды, что значительно снижает выбросы летучих аэрозолей и загустителей облаков, тем самым ослабляя влияние на радиационный баланс. Кроме того, модельные эксперименты показали, что использование бессернистого топлива приводит к значительному «экологическому» улучшению тропосферы с точки зрения концентрации озона, сульфатов и нитратов.

Следует отметить, что отношение экспертов к биотопливу, производимому из кукурузы, сои, рапса, пальмового масла, водорослей и т. д., далеко не однозначно в условиях, когда урожаем часто гибнет из-за засух или несвоевременных дождей. Специалисты предупреждают, что полный переход на биотопливо грозит постепенным уничтожением тропических лесов и ростом стоимости продуктов питания. Более того, при применении в долгосрочной перспективе эффект сокращения выбросов CO₂ не был доказан. Однако биотопливо для авиации уже производится в США, Великобритании, Германии, Франции и Финляндии. К 2020 году Китай, который налаживает производство топлива из пальмового масла, также намерен увеличить долю биотоплива до одной трети от общего объема топлива, используемого в авиации. В последние годы в ряде стран-экологов традиционный авиационный керосин активно заменяется криогенным топливом (водород, сжиженный природный газ). При его использовании самолет становится экономичнее (расход топлива уменьшается), выбросы CO₂ в атмосферу уменьшаются.

Авиационные эмиссии диоксида углерода составляют, по различным оценкам, от 2 до 2,5 % от общего количества антропогенных выбросов CO₂ в атмосферу. При сжигании 1 кг авиационного керосина выделяется 3,16 кг CO₂. Предполагается, что к 2040 году при оптимистичном прогнозе, связанном с улучшением технологий топливной эффективности, количество авиационных эмиссий CO₂ может достигнуть почти полутора тысяч мегатонн в год. Еще в 2016 г. CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection) рекомендовал два новых стандарта: по эмиссиям диоксида углерода и нелетучих взвешенных частиц. Рекомендованный стандарт по CO₂ предложен для стимулирования более эффективных технологий сжигания топлива при производстве самолетов и аналогичен существующим стандартам по эмиссиям и авиационному шуму. Стандарты будут применяться к моделям нового типа дозвуковых и турбовинтовых самолетов, которые будут вводиться в эксплуатацию с 2020 г., а к уже эксплуатируемым – с 2023 г.

Список литературы

1. Иванова А. Р. Влияние авиации на окружающую среду и меры по ослаблению негативного воздействия//Труды Гидрометцентра России. 2017. Вып. 365. С. 5-14.
2. Старик А. М., Фаворский А. Н. Авиация и атмосферные процессы// Актуальные проблемы авиационных и аэрокосмических систем. 2015. Т. 20, № 1 (40). С. 1-20.

PROBLEMS OF AIR POLLUTION EMISSIONS OF AIRCRAFT

N.L. Safonova, e-mail: nadin_qu@mail.ru

Voronezh Air Force Military Academy named after N. Zhukovskiy and J. Gaganin

Abstract. The article is a brief overview of the impact of aviation on the environment. Describes chemical pollution of the atmosphere by air transport. The possible impact of aviation emissions on the radiation balance and the greenhouse effect is discussed.

Keywords: aviation emissions, greenhouse gases, negative impacts, biofuels.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЗЕМНЫХ СФЕР В МЕСТАХ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ

В.Т.Трофимов¹, А.В.Николаев², А.Д.Жигалин^{1,2}

1- МГУ им. М.В. Ломоносова, РФ, г. Москва, Ленинские горы, 1

2- Институт физики Земли РАН, РФ, г. Москва, Б. Грузинская ул., 10, стр. 1

Аннотация: Промышленные ядерные взрывы в нашей стране проводились в период с 1965 по 1988 гг. В значительной части взрывы были подземными, что давало основание считать их экологически безопасными. Однако при проведении некоторых взрывов наблюдался выход радиоактивных газовых компонентов в атмосферу. Наблюдения в местах проведения взрывов с целью создания подземных полостей показали, что с течением времени стенки камер взрыва теряли свою герметичность, что также способствовало выходу радиоактивного материала на поверхность. Возникла проблема «отдаленных последствий», которая требует особого внимания и необходимость специального контрольного обследования мест проведения подземных ядерных промышленных и испытательных взрывов.

Ключевые слова: промышленные подземные ядерные взрывы, радиация, отдаленные последствия, экологическая опасность, трансформация геофизической экологической функции сфер Земли, контроль экологической обстановки.

При осуществлении мощных ядерных взрывов в замкнутом геологическом пространстве на значительной глубине без выброса грунта на поверхность (подземные ядерные взрывы) формируются вторичные геологические образования – остеклованные полости различных размеров, которые могут использоваться для различных невоенных (!) целей. Такие промышленные взрывы проводились как в нашей стране (тогда СССР), так и за рубежом (преимущественно, в США и Канаде). На долю Российской федерации по разным оценкам, пришлось от 79 до 81 (по некоторым данным, 123) промышленных ядерных взрывов. География такого рода взрывов была достаточно широкой, что показано на рисунке 1.

Подземные, «мирные», ядерные взрывы, проводились с целью:

- отработки технологии подземных промышленных ядерных взрывов;
- опытно-промышленные работы по созданию подземных емкостей, в частности, в массивах каменной соли;
- подготовки мест захоронения в глубоких геологических формациях экологически опасных промышленных стоков предприятий нефтехимии и отходов атомной промышленности и энергетики (ядерного топливного цикла).

Эпоха «**промышленных атомных взрывов**» в нашей стране (тогда это был СССР) началась в марте 1965 г., когда в Башкирии был произведен подрыв сразу двух ядерных зарядов. Это была первая попытка использовать атомный взрыв для интенсификации добычи нефти на «проблемном» месторождении. В 1966 г. в Казахстане атомным зарядом была создана полость-хранилище в подземном массиве каменной соли. В 1969 г. на Ставрополье ядерным фугасом попытались интенсифицировать недостаточно дебитную добычу газа. В 1970 г. в Оренбургской области была создана подземная емкость для хранения газа (Что такое...).

Подземные ядерные взрывы как технологический процесс развиваются по определенному алгоритму. При начальной стадии развития взрыва в горных породах возникают и распространяются тепловая волна, ударная волна и волна сжатия (сейсмическая или сейсмозрывная волна). В результате в очаге ядерного взрыва образуется взрывная полость сферической формы.

Для большинства грунтов взрывная полость оказывается неустойчивой, вследствие чего происходит обрушение кровли и полость заполняется обломками породы. Над полостью образуется коническая фигура, берущая начало в очаге взрыва. Если взрыв происходит в скальных грунтах, находящихся под слоем песка, то полость, образовавшаяся после взрыва, также запол-

няется, оставляя на поверхности просевший кратер (рисунок 2). Возможна и обратная ситуация, когда плотно утрамбованные грунты разрушаются и увеличиваются в объеме, образуя на земле холм из каменной крошки.

При проведении взрывов в осадочных и песчаных грунтах на достаточной глубине («достаточность» глубины определяется проектируемой мощностью взрыва) земная поверхность остается неизменной. На больших глубинах полость получается круглой и симметричной. Примерно через 1 мс после взрыва она начинает раздуваться. Расширение продолжается до тех пор, пока давление газов в ней не уравнивается с давлением в окружающих породах (для глубины 800 м это примерно 45 м). Температура к тому моменту снижается до нескольких тысяч градусов и внутри полости накапливается значительный слой расплавленного скального материала, в котором остается большинство труднолетучих радиоактивных изотопов (Подземные...).



Рис. 1 География мирных ядерных взрывов (Что такое...)

Принято считать, что при подземном ядерном взрыве на большой глубине проникающая радиация и газовый сгусток (при этом радиоактивный) полностью поглощаются грунтом, радиоактивные продукты взрыва остаются в полости и заполняющей ее толще разрушенной породы. В то же время обращение радиоактивных материалов всегда сопряжено с риском возникновения радиационной опасности. Так, при проведении мирных ядерных взрывов в нашей стране, согласно официальным данным, в четырех случаях произошло радиоактивное загрязнение территории. К 1994 г. (спустя 20-30 лет после проведения взрывов), также по официальным данным, в 24 случаях из 115 остались «локальные превышающие естественный фон загрязнения вокруг скважин» (Мирные...; Кульпинов, 2003). Временная неустойчивость полостей, образовавшихся вследствие подземных ядерных взрывов, дает основание предполагать, что со временем возможно формирование таких же локальных превышающих санитарные нормативные показатели аномалий радиоактивности, какие возникли как чрезвычайные ситуации при проведении взрывов. Это обстоятельство является ограничивающим «экологическим фактором» при рассмотрении проектов поиска в окрестностях мест проведения подземных ядерных взрывов полезных ископаемых, характерных, например, для природных импактных структур и освоения соответствующих территорий.

С течением времени все отчетливее вырисовывается проблема отдаленных последствий ядерных взрывов. Выходящие за рамки статьи вопросы остаточной радиации, возникшей в ре-

зультате проведения испытательных ядерных взрывов в атмосфере, в водной среде и на поверхности, в данном случае не рассматриваются. Речь идет о том, что подземные полости, образовавшиеся при проведении взрывов на больших глубинах, а это почти два десятка гигантских подземных газо- и нефтехранилищ, сооружённых в пластах каменной соли с помощью атомных взрывов, с течением времени не только накапливают радиоактивный рассол, но и выдавливают его к поверхности земли, что может заметно ухудшать радиационную обстановку. Некоторые из этих емкостей уже пришлось замуровать. Места, где были когда-то произведены подземные-**атомные взрывы,**

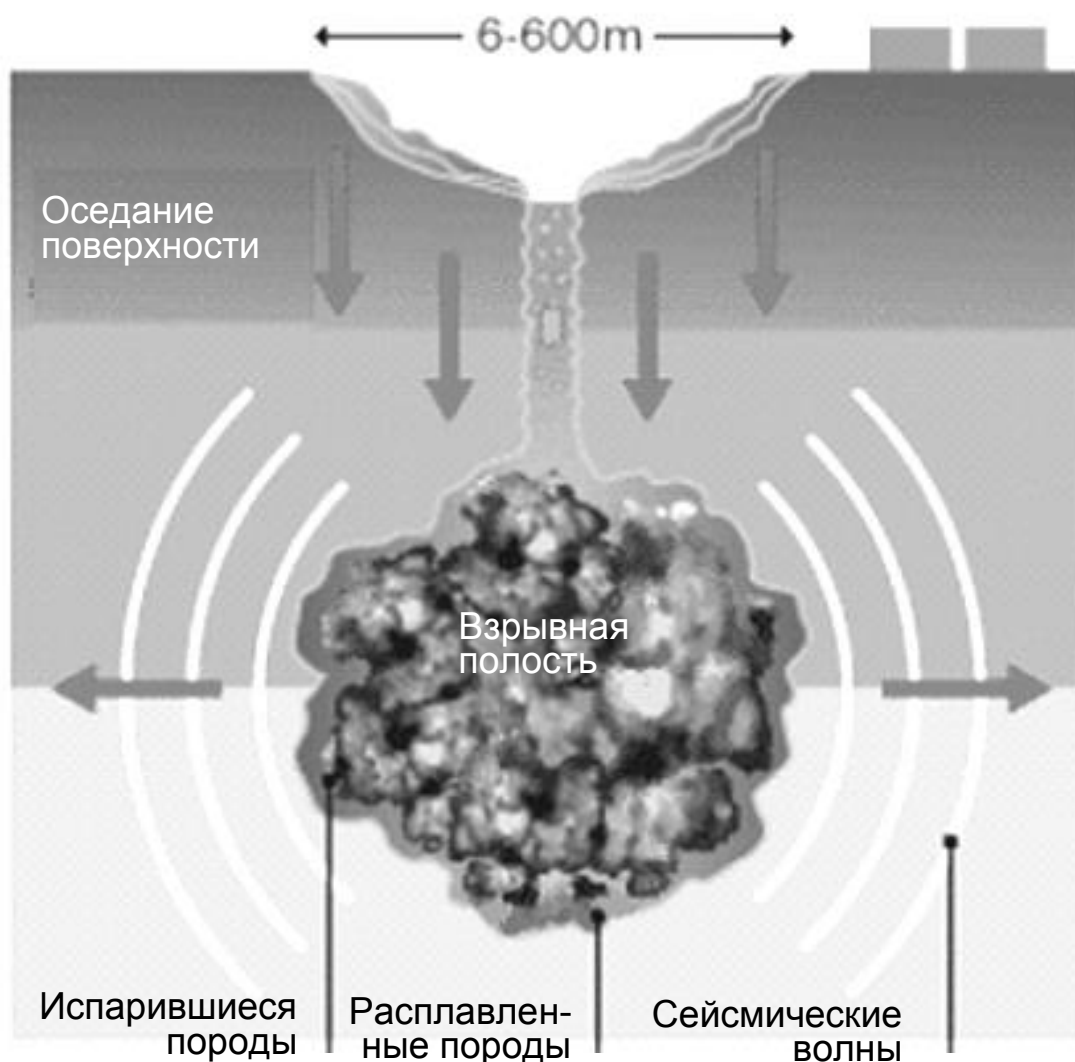


Рис. 2. Схема образования взрывной полости и формирования кратера на поверхности при подземных ядерных взрывах ([http://gossipsloth.com/...](http://gossipsloth.com/))

фактически становятся местами захоронения радиоактивных отходов. Правда, они скрыты в земной толще на глубине 1-2 км (хотя было зафиксировано 5 неудачных случаев, когда при подземном взрыве его продукты сразу же вырывались на поверхность). Но со временем подвижки земной коры, грунтовые воды, подверженные коррозии трубы и обсадные колонны могут вызвать распространение радионуклидов. Поэтому места взрывов определены законодательством как ядерные установки в стадии вывода из эксплуатации, что требует долговременного расходования средств для контроля за их состоянием и поддержания в надёжной изоляции. Специалисты в области радиогеоэкологии склоняются к тому, что **атомные взрывы** оказались неприемлемы для строительных работ на поверхности земли (сооружение каналов, водохрани-

лиц, насыпных плотин и т.д.) – радиоактивное заражение местности, пусть даже небольшое, не оправдывает достигаемых целей (Что такое...).

Повышенным радиационным фоном в местах проводившихся промышленных ядерных взрывов перечень отдаленных последствий не ограничивается. Приходится сталкиваться с тем, что имеет место значительный и сохраняющийся негативный экологический эффект проведения от проведения подобных экспериментов, прослеживаемый во всех без исключения абиотических сферах планеты и косвенным образом затрагивающий биосферу в ее многообразии. Нарушение геофизической (энергетической) экологической функции, вызванное ядерными взрывами различного назначения, создает напряженную ситуацию во взаимодействии живых организмов со средой их обитания, а население вынуждено принимать меры защиты от недугов, привнесенных в нашу жизнь недостаточно аккуратным использованием атомной энергии, пусть даже в «мирной» форме и с благими намерениями. Вспоминаются слова академика Н. Моисеева, обращенные к ученым его времени которыми он настоятельно предлагает при планировании «грандиозных задач» заглядывать немного вперед, чтобы избежать больших возможных неприятностей. В силу этого существует необходимость изучения и перманентного мониторинга радиоэкологической обстановки во всех местах проведения ядерных взрывов, не только подземных, но и взрывов «на выброс», а также других видов взрывов, как «военных», так и мирных. Особенно это важно для мест перспективного промышленного и градостроительного освоения, которое планируется в разных регионах страны на многие десятилетия вперед.

Список литературы

1. Кульпинов С. Подземный ядерный взрыв., 2003 <http://gochs.info/p0989.htm> 06.03.2018
2. Мирные ядерные взрывы в СССР. <http://brodjagnik.livejournal.com/150000.html> обр. 20.05.2018
3. Подземные ядерные взрывы и поражение. <http://himza.ru/tree/tree.php?id=111137> обр: 29.01.2018
4. Что такое мирный ядерный взрыв? СССР и США. <http://masterok.livejournal.com/1310846.html> обр. 06.06.20
5. <http://gossipsloth.com/article/nuclear-weapons-testing> обр. 22.05.2018

TRANSFORMATION OF GEOPHYSICAL ENVIRONMENTAL FUNCTION OF EARTH SPHERES IN THE PLACES OF CARRYING OUT INDUSTRIAL UNDERGROUND NUCLEAR EXPLOSIONS

Trofimov V.T.¹, Nikolaev A.V.², Zhigalin A.D.^{1,2}

1-Moscow State University, RF, Moscow, Leninskiye gory, 1

2-The Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, RF, Moscow, B. Gruzinskaya str., 10-1

Abstract: Industrial nuclear explosions in our country were conducted during the period from 1965 to 1988. In large part, explosions were underground that gave the grounds to consider them ecologically safe. However when carrying out some explosions an exit of radioactive gas components in the atmosphere was observed. Observations in venues of explosions for the purpose of creation of underground cavities showed that eventually walls of cameras of explosion lost the tightness that also promoted an exit of radioactive material to a surface. There was a problem of "the remote effects" which demands special attention and need of special control inspection of venues of underground nuclear industrial and test explosions.

Key words: industrial nuclear explosions, radiation, remote effects, ecological danger, transformation of geophysical ecological function of spheres of Earth, control of an ecological situation.

Глава 3

Экологические последствия практической-хозяйственной деятельности в геосферах



УДК 528.8.04, 528.88

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГИДРОСФЕРУ ПО МАТЕРИАЛАМ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ НА ПРИМЕРЕ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

*Л.Н.Абрамова¹, Н.Н.Астахов², В.Ф.Мочалов², Д.В.Жуков², М.О.Иванец²,
liubovabramova@yandex.ru*

*Главное управление контрольной и надзорной деятельности МО РФ, Москва, РФ
Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, РФ*

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения материалов аэрокосмической съемки для оценивания экологического состояния акваторий, представлен алгоритм методики по применению спектральных признаков типовых загрязнений для автоматизированной обработки материалов дистанционного зондирования Земли, а также апробация данной методики при проведении квазисинхронных исследований по оценке степени загрязненности поверхностных вод Севастопольской бухты.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, спектральные признаки, многоспектральные и гиперспектральные данные, антропогенное воздействие, экологическое состояние акваторий.

Одной из наиболее актуальных задач мониторинга окружающей среды является оценка экологического состояния различных компонент гидросферы, таких, например, как поверхностные воды и, в частности, морские акватории. Сложность решения этой задачи заключается в том, что подобные объекты, как правило, характеризуются обширными площадями, а традиционно применяемые морские комплексы экологического мониторинга малоэффективны, т.к. измерения показателей качества воды носят локальный характер, что не позволяет объективно оценить экологическую обстановку на всей акватории в целом.

Другой проблемой применения морских средств экологического мониторинга является недостаточная оперативность получения информации об экологическом состоянии акватории. Прежде всего это связано с необходимостью обследования всего контролируемого района акватории. Решить указанную проблему позволяет применение технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в интересах оценивания экологического состояния акваторий.

Поскольку потенциальными источниками загрязнения поверхностных морских вод, помимо прочих, могут являться объекты инфраструктуры воинских частей, во исполнение особых указаний первого заместителя Министра обороны Российской Федерации, коллективом Военно-космической академии (ВКА) имени А.Ф.Можайского с 2014 года проводятся ежегодные экологические обследования Севастопольской бухты, в которых задействованы космические и авиационные средства наблюдения. Материалы аэрокосмической съемки включают в себя снимки цветной цифровой фотокамеры, данные инфракрасной аппаратуры наблюдения и гиперспектральные (ГС) изображения.

Результаты практического применения этих данных показали, что для оперативного получения информации об экологическом состоянии акваторий необходимо автоматизировать

процесс тематической обработки материалов аэрокосмической съемки в интересах идентификации наиболее часто встречающихся загрязнений, а именно пленок нефтепродуктов (ПНП) на водной поверхности и внутримассового загрязнения воды взвесями. С одной стороны, это позволяет существенно сократить временные затраты на дешифрирование ДЗЗ по сравнению со стандартно применяемым методом визуального анализа материалов съемки, с другой – исключить ошибки оператора-дешифровщика.

Анализ возможностей различных методов ДЗЗ, показал, что наиболее перспективным при решении этой задачи является использование материалов много- и гиперспектральной съемки. Преимуществом такого подхода является то, что в качестве информативных признаков для классификации видеоданных в этом методе применяются не геометрические или структурные признаки, которые могут быть неустойчивы к изменениям внешних условий, а спектральные характеристики объектов интереса, базирующиеся на теоретически обоснованных в гидрооптике закономерностях формирования спектра восходящего от морской поверхности излучения, на которые влияют изменение содержания в воде взвешенных веществ и образование поверхностных пленок.

В ВКА имени А.Ф.Можайского были проведены соответствующие теоретические и экспериментальные исследования, которые позволили определить устойчивые к изменениям внешних условий, теоретически обоснованные, формализованные в виде математических зависимостей (что позволило автоматизировать процесс дешифрирования) спектральные признаки типовых загрязнений и сопутствующих фонов [1]. При их разработке учитывались такие эффекты, как:

- интенсивное поглощение водой солнечного излучения в красном и ближнем инфракрасном диапазонах (ИК) спектра, обеспечивающее определение границ водной поверхности,
- флуоресценция ПНП в фиолетовом и зеленом диапазонах спектра,
- диффузное отражение светового потока от мощных ПНП в ближнем ИК диапазоне,
- наличие полос поглощения у хлорофилла в синем и красном участках спектра, обеспечивающее селекцию тонких ПНП от их ложных целей – зон развития фитопланктона,
- рассеяние светового потока на частицах взвеси, проявляющееся в зеленом и красном интервале спектра,
- переотражение светового потока от дна на мелководных участках акватории и последующее его ослабление в толще воды, что позволяет осуществить селекцию зон мелководья от участков загрязнения минеральными взвесями.

Также была создана методика (рис. 1) по применению спектральных признаков типовых загрязнений в алгоритмах автоматизированной обработки материалов ДЗЗ, позволяющая по многоспектральным данным (минимум четыре канала в видимом и ближнем ИК диапазонах спектра) идентифицировать в автоматизированном режиме мощные ПНП толщиной более 50 мкм и определить участки акватории, подозреваемые на наличие загрязнений, а при обработке гиперспектральных данных обеспечивающая выявление загрязненных участков акватории, классификацию ПНП на пять классов по толщине согласно требованиям нормативных документов [2], оценку удельной массы мощных пятен ПНП, определение концентрации взвешенных веществ [3].

Важным преимуществом методики является возможность практически полной автоматизации вычислительного процесса. В качестве исходных данных оператору на начальном этапе необходимо указать только границы района экологического обследования акватории и участок условно чистой воды. Дальнейшая обработка материалов съемки производится в полностью автоматическом режиме. По ее завершении формируются соответствующие векторные слои цифровой карты местности. Кроме того, разработанная методика позволяет получить по гиперспектральным данным необходимые исходные данные для расчета вреда, нанесенного водному объекту от выявленных загрязнений.

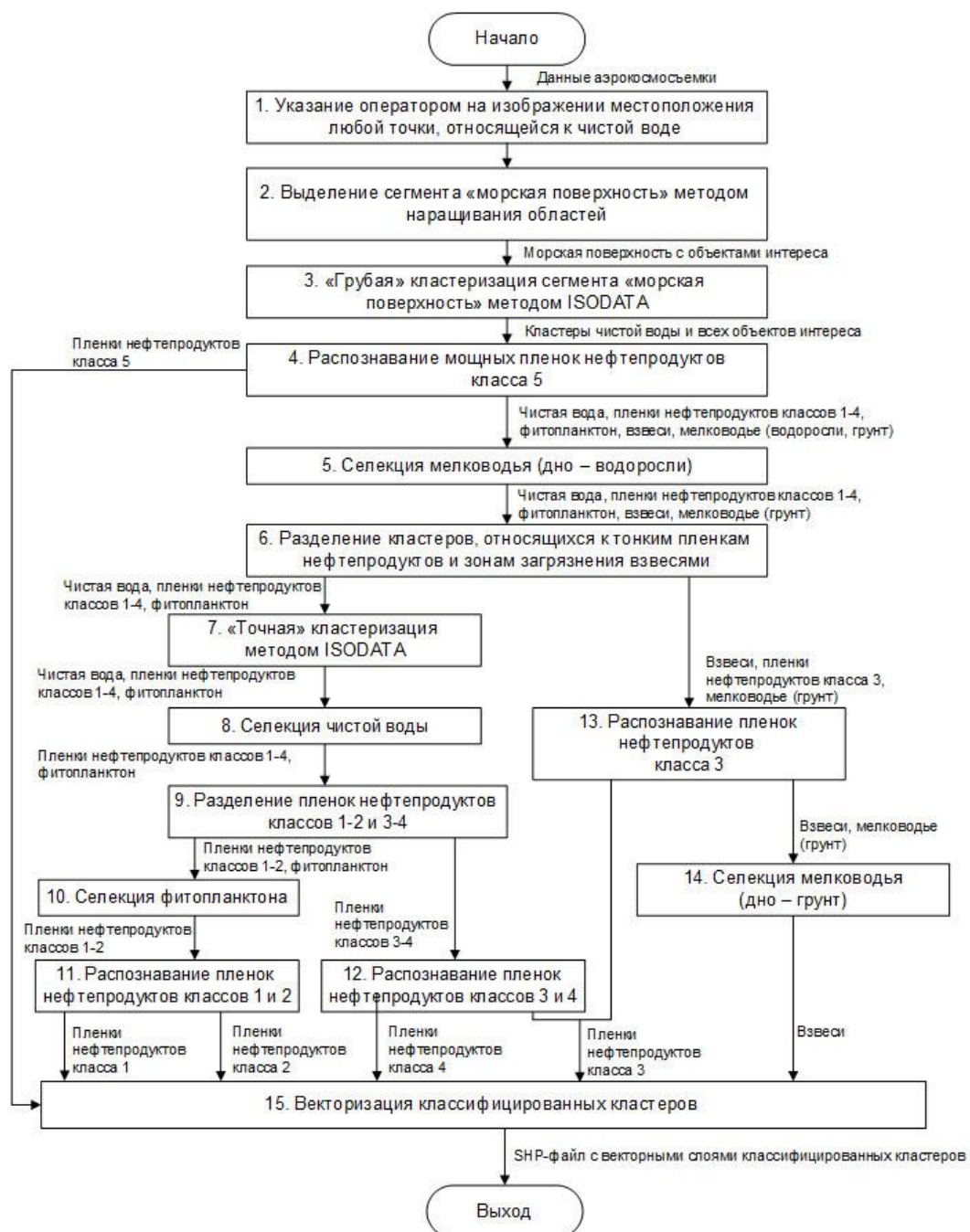


Рис. 1 – Алгоритм методики по применению спектральных признаков типовых загрязнений

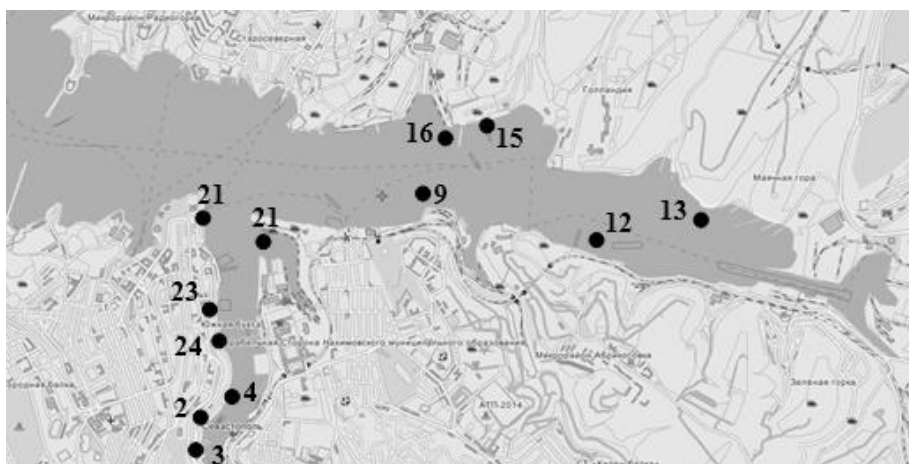


Рис.2 – Схема движения судна экологического контроля «Петр Градов» и точек отбора проб воды»

Методика была успешно апробирована с помощью специально созданного на ее основе программного обеспечения при экологических обследованиях акваторий Баренцева, Балтийского и Черного морей. В 2018 году проводились квазисинхронные исследования по оценке степени загрязненности поверхностных вод Севастопольской и Южной бухт средствами ДЗЗ и контактными методами с помощью судна экологического контроля «Петр Градов».

Гидрохимикофизический анализ отобранных проб воды в различных областях Севастопольской бухты (рисунок. 2) позволил выделить участки с превышением предельно допустимой концентрации НП (рисунок 3).

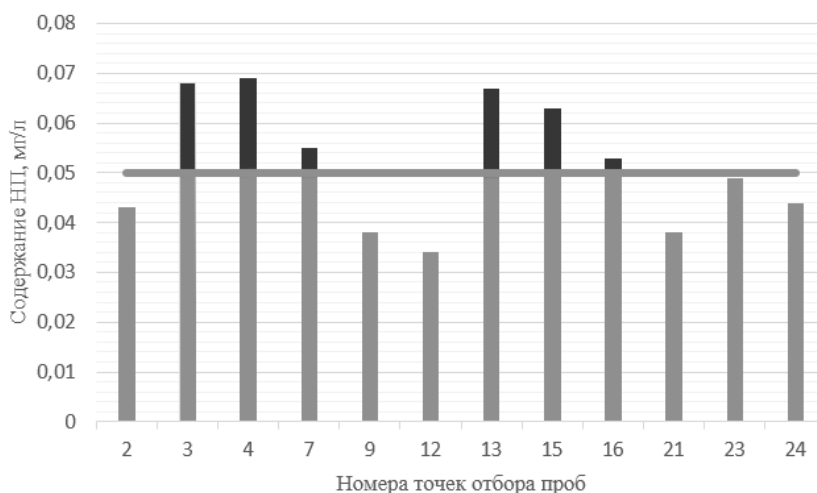


Рис.3 – Содержание НП по результатам гидрохимического анализа проб воды

Тематическая обработка аэроснимков, полученных в ходе экологических обследований объектов Минобороны России на территории полуострова Крым, позволила выделить участки водной поверхности Севастопольской бухты, покрытые ПНП (рисунок 4).

Анализ полученных результатов экологического обследования показывает, что ошибки идентификации типовых загрязнений акваторий при применении методики автоматизированной обработки материалов много- и гиперспектральной съемки сведены к минимуму. По результатам морских измерений показателей качества воды было установлено что достоверность выделения класса, в зависимости от типа загрязнения, не опускается ниже 90% [4].

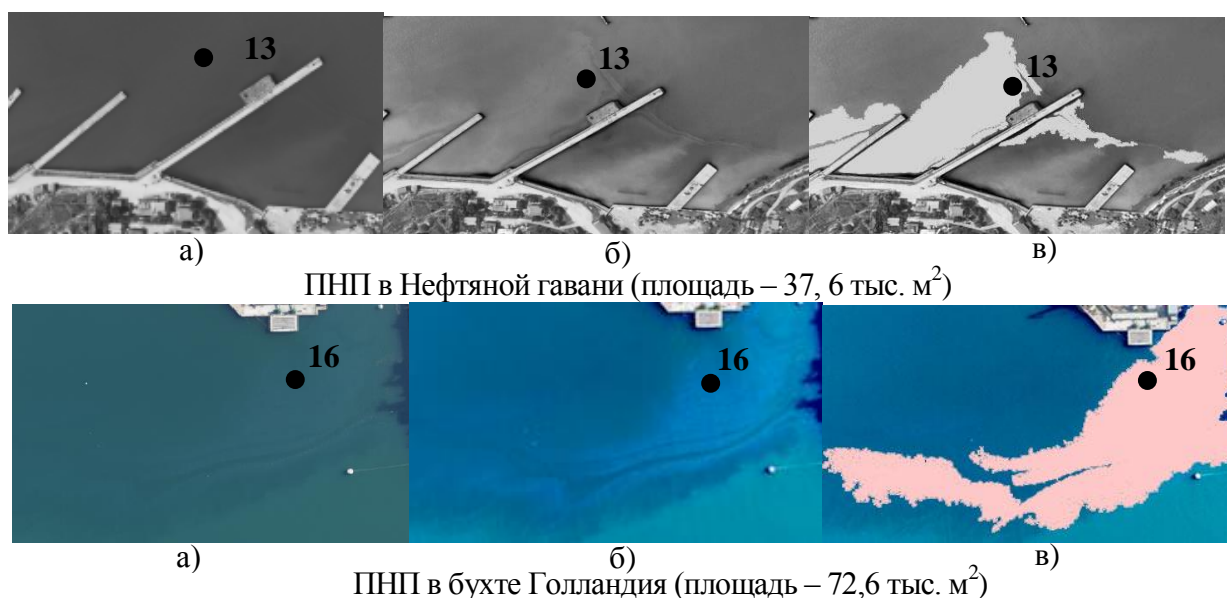


Рис. 4 Снимки участков водной поверхности цветной цифровой фотокамерой (а), синтезированные гиперспектральные изображения (б) и результаты обработки ГС изображения с

применением алгоритмов автоматизированной обработки материалов ДЗЗ

Таким образом, материалы авиационной и космической съемки не обеспечивают определение всех необходимых параметров для оценивания степени загрязненности поверхностных вод. В свою очередь, проводить гидрохимикофизический анализ проб воды привлечением судов экологического контроля на всех просторах морских акваторий также не имеет смысла. Поэтому предлагается проводить синхронные исследования: с помощью средств ДЗЗ выявлять потенциально загрязненные участки акватории, и на них контактными методами с помощью судна экологического контроля «Петр Градов» определять превышение ПДК различных вредоносных веществ. Такой подход позволит существенно сократить временные и финансовые затраты на экологическое обследование больших по площади объектов, таких как морские акватории и др.

Список литературы

1. Spectral features for identification of the typical contaminations of sea water from aerospace imagery / D. V. Zhukov // *Atmospheric and Oceanic Optics*. – 2017. – Vol. 30, No. 1. – P. 13-17.

2. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства [электронный ресурс]: приказ Минприроды России от 13.04.2009 г. № 87 (ред. от 26.08.2015 г.). – Доступ из информ.-справ. системы «Техэксперт»: <http://www.docs.cntd.ru/document/902159034>.

3. Автоматизированное обнаружение загрязнений прибрежных участков акваторий морей на основе обработки материалов аэрокосмической гиперспектральной съемки / Д. В. Жуков // *Исследование Земли из космоса*. – 2014. – № 1. – С. 66-71.

4. Жуков, Д.В. Возможности совершенствования системы производственного экологического контроля акваторий в зонах ответственности Вооруженных Сил при использовании данных аэрокосмической съемки [Текст] / Д.В. Жуков, О.В. Григорьева, А.В. Марков, В.Ф. Мочалов // *Труды ВКА имени А.Ф. Можайского*. – 2018. – Вып. 662. – С. 190-195.

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE HYDROSPHERE BY USING REMOTE SENSING DATA ON THE EXAMPLE OF SEVASTOPOLBAY

*Abramova L.N.¹, Astakhov N.N.², Mochalov V.F.², Zhukov D.V.², Ivanets M.O.²,
liubovabramova@yandex.ru*

*Ministry of Defence of the Russian Federation, Moscow, Russian
Mozhaisky Military Space Academy, St. Petersburg, Russian*

Abstract: The article discusses the possibilities of using remote sensing data for assessing water bodies ecological status. The algorithm of method for using spectral features of typical pollution and the automated processing remote sensing data is presented. The approbation of this method was carried out in studies to assess the pollution of the surface waters of the Sevastopol Bay.

Keywords: Earth remote sensing; spectral features; multispectral and hyperspectral data; anthropogenic impact; ecological state of water bodies

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ЭКОЛОГО-РЕСУРСНОЙ ФУНКЦИИ ЛИТОСФЕРЫ

*Г.А. Анциферова**, *В.В. Кульнев***

**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия*

g_antsiferova@mail.ru

***Управление Росприроднадзора по Воронежской области, Воронеж, Россия*

kulnev@36.rpn.gov.ru

Аннотация. Рассмотрен способ реализации эколого-ресурсной функции литосферы, который заключается в искусственной активизации процессов самоочищения водных объектов. Положительный эффект обусловлен структурной перестройкой фитопланктонных сообществ, вызванной искусственным увеличением присутствия в гидробиоценозе хлорококковой альгофлоры.

Ключевые слова: альголизация, ассоциативный симбиоз, гидробиоценоз, качество воды, синезеленые водоросли, фитопланктон, хлорелла.

Экологическая ресурсная функция гидросферы в эпоху техногенеза проявляется динамично, что выражается в эволюции компонентов геологической среды, и поверхностные водные объекты являются ее частью. На современном уровне техногенного воздействия происходит трансформация эколого-биологического качества поверхностных вод.

В целом качество вод в Европейской части России соответствует III классу, согласно общепринятой в Российской Федерации шкале качества. По степени кризисности водные экосистемы относятся к стадии обратимых изменений.

Конец первого десятилетия XXI века ознаменовался проявлением экстремально высоких летних температур воздуха сезонов 2010–2012 и 2018 годов. В результате появилась возможность прослеживания влияния природного фактора, в данном случае, температурного, на экологическое состояние поверхностных вод в условиях современной техногенной нагрузки. Влияние температурного фактора на состояние поверхностных вод было изучено детально, и в результате установлено, что экологическое состояние вод качественно изменилось в сторону его ухудшения.

Механизм формирования этого нового качества пресноводных экосистем объективно заключается в следующем.

- Водоемы мелеют, зарастают высшей водной растительностью, увеличивается продуктивность фитопланктона и микрофитобентоса. В конце каждого вегетационного сезона происходит отмирание растительности. Но в новых условиях экосистема не приспособлена для переработки (оxygenation, минерализации) повышенных объемов органического вещества, происходит его неполное разложение и аккумуляция.

- В условиях экстремально высоких летних температур воздуха, как показали наши многолетние исследования, также происходит вселение новых, чуждых для региона теплолюбивых видов. Они, при возврате климатических параметров к среднестатистическим условиям, резко исчезают. Но при этом в конце каждого сезона вегетации они также пополняют значительно объемы не полностью разложившейся и аккумулирующейся органики.

- В результате происходит увеличение трофности водоемов. По сути, водоемы средних широт умеренного географического пояса, в том числе и водотоки, являются эвтрофными. То есть в данном случае увеличивается степень эвтрофикации водных объектов.

- Но следует учитывать также тот факт, что теплолюбивые чуждые для рассматриваемого региона виды, в подавляющем большинстве являются видами загрязненных местообитаний. В основном, это виды синезеленых водорослей и, более того, среди них получают распространение виды,

являющиеся признанными продуцентами цианотоксинов. Опасность цианотоксинов для живых организмов, их содержание, например, в водах Воронежского водохранилища детально рассмотрены в работе В.С. Петросяна с соавторами [8].

Таким образом, качество поверхностных вод в значительной степени зависит от активности вегетации синезеленых водорослей. Их массовое развитие приводит к «цветению» вод, и оно приобретает характер глобальной экологической проблемы.

В рамках изучения ресурсной функции используется понятие экологическая емкость геологического пространства, которая в значительной мере определяется качеством воды и, соответственно, вытекающим отсюда экологическим уровнем водопользования.

«Цветение» воды синезелеными водорослями происходит независимо от природно-климатических факторов и степени техногенного влияния на водоемы. Вместе с тем, в работе [8] показано влияние температурного режима города Воронежа на развитие процесса вегетации цианобактерий в акватории Воронежского водохранилища.

«Цветение» вод приводит к вторичному загрязнению водоемов метаболитами цианобактерий, значительно ухудшая санитарно-гигиенические показатели воды, что в первую очередь весьма отрицательно сказывается на здоровье населения, использующего водоемы в рекреационных целях или потребляющего недоброкачественную питьевую воду. Цианотоксины образуются в водоемах в результате быстрой утилизации синезелеными водорослями неорганического азота (катионы аммония, нитрит- и нитрат-анионы) [7]. Антидотов к токсинам цианобактерий не существует.

Таким образом, «цветение» воды представляет собой последствие экологических нарушений в функционировании водных экосистем [4].

Для пресноводных водоемов наиболее опасны цианотоксины, которые продуцируются видами цианобактерий из родов *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria* и *Microcystis*.

Инновационным подходом, позволяющим значительно снизить уровень загрязнения водоемов цианотоксинами, является коррекция альгоценоза этих водоемов планктонными штаммами зеленой микроводоросли *Chlorella vulgaris* [7].

Известно, что между зелеными и синезелеными водорослями в фитопланктонном сообществе складываются антагонистические отношения, что учитывается при биологической реабилитации водоемов методом коррекции альгоценоза. Этот метод основан на искусственном увеличении обилия зеленых водорослей, приводящем к подавлению развития синезеленых водорослей. Наиболее подходящим для альголизации родом зеленых водорослей является хлорелла. Это обусловлено относительной простотой ее культивирования, а также рядом свойств к которым относится планктонность, равномерное распределение клеток в культуральной среде, бактериальная чистота суспензии и другие. При этом хлорелла борется с синезелеными водорослями не за счет аллелопатии, а за счет прямой конкуренции [9].

Проведение альголизации способствует доминированию зеленых водорослей в фитопланктонном сообществе, следствием чего является интенсификация процессов самоочищения. Например, в работе [4] доказано влияние биологической реабилитации Матырского водохранилища методом коррекции альгоценоза на снижение содержания железа, меди и марганца в приплотинной части данного искусственного водоема.

В работе авторов из Института клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук показано, что основополагающую, структурообразующую роль в водорослевых сообществах лентических водоемов играют представители отдела *Chlorophyta* – зеленые водоросли, положение доминантного партнера занимают представители отделов *Bacillariophyta*, *Euglenophyta* и *Dinophyta*, а к ассоциативным компонентам симбиоза отнесены представители отделов *Xantophyta* и *Cyanophyta*, и даже отсутствие последних не меняет общую схему структуры фитопланктонного сообщества. Также в данной статье [6] альголизация признается перспективным направлением улучшения экологического состояния водоемов и лежит в основе использования симбиотического подхода в экологической практике.

При альголизации происходит искусственное изменение условий существования сообществ гидробионтов, «запускаются» биологические процессы и механизмы их внутренней структурной перестройки.

Биологическая реабилитация методом коррекции альгоценоза проводилась с 2009 по 2011 годам на Матырском водохранилище в рамках областной целевой программы «Охрана окружающей природной среды Липецкой области». Это водохранилище является технологическим водоемом Новолипецкого металлургического комбината, и, одновременно, самым крупным водным объектом Липецкой области [3]. Площадь водного зеркала Матырского водохранилища составляет около 46 км². Оно относится к категории равнинных водохранилищ, характерным гидроморфным элементом, которых являются мелководья – участки с глубинами до 2 м, занимающие до 30% общей площади водоема. Это стало причиной зарастания мелководий тростником, камышом и другими гидрофильными макрофитами. Сильно прогреваемые летом мелководные участки водохранилища превращались в своеобразный питомник для синезеленых водорослей и массы разнообразных насекомых [1, 3].

Для контроля нами была проанализирована проба фитопланктона из Матырского водохранилища, отобранная 27 июня 2019 года. Средние значения численности составляют около 0,98 млн. кл./л, и биомассы около 1,09 мг/л. Подобные значения численности и биомассы, наряду с достаточно высокими значениями оценок обилия видов синезеленых водорослей *Aphanothece clatrata* W. et G.S. West («часто») и *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Laut. emend. Hollerb. («нередко») доказывает высокую интенсивность процессов самоочищения, достигнутую с помощью искусственной альголизации планктонными штаммами хлореллы.

Индекс сапробности составляет 1,76, что позволяет по качеству воды относить к III классу «Удовлетворительной чистоты», при разряде качества вод 3а «Достаточно чистые». В общем таксономическом составе сообщества фитопланктона доминируют диатомовые водоросли, которые насчитывают 20 видов, принадлежащих 12 родам. В экологическом составе преобладают виды бетамезосапробные и олиго- бетамезосапробные, то есть характерные для достаточно чистых вод. При общем числе 28 видов, которые принадлежат 18 родам, среди синезеленых наблюдается лишь один вид загрязненных местообитаний – *Ostillatoria terebriformis* Ag., с оценкой обилия «нередко». Полученные результаты доказывают полное экологическое благополучие вод Матырского водохранилища, что, без сомнения связывается с его альголизацией, которая проводилась в этом водоеме ранее, а именно в период с 2009 по 2011 годы.

Пример экосистемы Матырского водохранилища показывает, что метод альгобиотехнологии, основанный на вселении неаборигенного штамма зеленой микроводоросли рода хлорелла (альголизация), является достаточно действенным способом защиты водоема от «цветения» вод цианобактериями. Для поверхностных вод и, особенно, искусственных водных объектов, расположенных в регионах со значительной техногенной нагрузкой, характерно «цветение» вод цианобактериями, что тесно связано с их загрязнением. На примере экосистемы Матырского водохранилища по составу фитопланктона прослежено положительное влияние альголизации 2009–2011 годов на качество водной среды как фактор, сдержавший «цветение» вод в последующие за альголизацией годы [2].

Таким образом, рассмотренные примеры применения метода альгобиотехнологии в водных экосистемах, доказывают, что структурная перестройка фитопланктонных сообществ поверхностных вод является действенным способом обеспечения реализации эколого-ресурсной функции литосферы в сфере поддержания вод в достаточно благополучном эколого-биологическом состоянии.

Список литературы

1. Анциферова Г.А. Биотехнологии в управлении качеством искусственных водных объектов на примере Матырского водохранилища /Г.А. Анциферова, В.В. Кульнев // Материалы III Международной научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности» Часть II. Изд-во ВГТУ, 2016. С. 93–106.

2. Анциферова Г.А. Искусственные водные объекты бассейна реки Воронеж и альгобиотехнология в управлении качеством вод / Г.А. Анциферова., В.В. Кульнев, С.Л. Шевырев, Е.В. Беспалова, Н.И. Русова, А.Е. Скосарь // Экология и промышленность России. Москва. 2018. Т. 22. №8. С. 50–54.
3. Валяльщикова А.А. Анализ экологического состояния Матёрского водохранилища по данным эколого-гидрохимического и спутникового мониторинга / А.А. Валяльщикова, В.В. Кульнев, К.Ю. Силкин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия Геология. №1/2014. С 110–118.
4. Кульнев В.В. Об определении влияния биологической реабилитации Матёрского водохранилища методом коррекции альгоценоза на изменение железа, меди и марганца в воде приплотинной части данного водного объекта / В.В. Кульнев, О.В. Базарский // Материалы второго молодежного инновационного проекта «Школа экологических перспектив» под ред. проф. И.И. Косиновой. Воронеж, 2013. С. 28–31.
5. Марченко Е.Е. К вопросу о таксономическом составе фитопланктона и качестве воды Ленеvского водохранилища и Нижнетагильского городского пруда (Свердловская область) / Е.Е. Марченко, В.В. Кульнев, Г.А. Анциферова, Н.Г. Тарасова, Т.В. Еремкина, Б.В. Михайлов // Экологическая безопасность промышленных регионов. III-й Уральский международный экологический конгресс. 2015.- С. 73–82.
6. Немцева Н.В. Структурно-функциональная характеристика водорослевого сообщества и ее использование для определения экологического состояния пойменных водоемов // Журнал «Проблемы региональной экологии». Москва. 2011.
7. Петросян В.С. Предотвращение загрязнения природных водоемов цианотоксинами с помощью микроводоросли *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 / В.С. Петросян, Е.А. Шувалова, В.Т. Лухтанов, В.В. Кульнев // Экология и промышленность России. Москва. 2015. Т. 19. №4. С. 36–41.
8. Петросян В.С. Оценка и прогноз эколого-санитарного состояния Воронежского водохранилища на 2018-2019 гг / В.С. Петросян, Г.А. Анциферова, Л.М. Акимов, В.В. Кульнев, С.Л. Шевырев, Е.Л. Акимов // Экология и промышленность России. Москва. 2019. Т. 23. №7. С. 52–56.
9. Попов А.Н. Об изучении механизма взаимодействия штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 с сообществами синезеленых водорослей поверхностных водоемов в окрестностях Екатеринбурга / А.Н. Попов, Е.А. Бутакова, Т.Е. Павлюк // Приоритетные направления экологической реабилитации Воронежского водохранилища. Материалы Всероссийской конференции. Воронеж. 2012. С 328–333.

**THE IMPACT OF THE RESTRUCTURING OF PHYTOPLANKTONIC COMMUNITIES
FOR THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL-RESOURCE FUNCTIONS OF THE
LITHOSPHERE**

G.A. Antsiferova, V.V. Kulnev***

**Voronezh State University, Voronezh city, Russia
g_antsiferova@mail.ru*

***Office of the Federal Service for supervision of natural resources
in the Voronezh region, Voronezh city, Russia
kulnev@36.rpn.gov.ru*

Abstract. A method for the implementation of the ecological-resource function of the lithosphere, which consists in the artificial activation of self-purification of water bodies, is considered. The positive effect is due to the structural rearrangement of phytoplankton communities caused by an artificial increase in the presence of chlorococcal algaeflora in the hydrobiocenosis.

Key words: algolization, associative symbiosis, hydrobiocenosis, water quality, blue-green algae, phytoplankton, chlorella.

**ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОД СЕНОМАН-АЛЬБСКОГО
ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА В РАЙОНЕ
С.П. НИЖНИЙ КИСЛЯЙ, ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ**

*Д.А.Белозеров, Н.А.Зуева, nata.burdukova.95@mail.ru
Воронежский государственный университет, г.Воронеж, Россия*

Аннотация. Исследуемая территория надежно обеспечена ресурсами пресных подземных вод. Водоснабжение населения осуществляется из артезианских скважин и колодцев. Эколого-гидрогеохимические особенности эксплуатируемых подземных вод характеризуются соответствием по физическим и химическим параметрам за исключением жесткости. При использовании вод альб-сеноманского водоносного комплекса необходимо применять способы умягчения воды.

Ключевые слова: эколого-гидрохимическая оценка, сеноман-альбский водоносный комплекс, с.п.Нижний Кисляй.

Первые сведения о геологическом строении района изучения относятся к XIX в. и имеют в настоящее время лишь историческое значение. По результатам работ девонские отложения эйфельского, живетского, франского и фаменского ярусов впервые на изучаемой территории расчленены на отдельные стратиграфические горизонты, в основном, по палеонтологическим данным. Отложения меловой системы расчленены до ярусов. В толще палеогена по литологическим и палеонтологическим признакам выделен палеоцен, эоцен и олигоцен. Последние два отдела подразделены на каневско-бучакскую, киевскую (эоцен), харьковскую (олигоцен) и полтавскую (олигоцен-миоцен) свиты. В составе неогеновых отложений выделены аллювиально-делювиальные и аллювиальные отложения. В толще четвертичных образований выделяются аллювиальные, озерные, ледниковые, водноледниковые, покровные и делювиальные образования. В изученном геологическом разрезе выделено несколько водоносных горизонтов. Из них наиболее водообильными и имеющими наибольшее практическое значение признаны турон-сантонский, сеноман-альб-аптский, девонский и неогеновый, которые эксплуатируются скважинами.

В 1966 г. по результатам обследования буровых скважин на воду составлен справочник по гидрогеологическим условиям сельскохозяйственного водоснабжения Бутурлиновского района. В 1966 г. Центрально-Черноземной геолого-геофизической экспедицией закончены работы по региональной оценке эксплуатационных ресурсов подземных вод территории Воронежской области, применительно к крупным потребителям. На основании изучения гидрогеологических и геологических данных на территории Воронежской области выделено шесть гидрогеологических районов по условиям использования водоносных горизонтов и комплексов для целей водоснабжения, а также выделено 12 основных водоносных горизонтов, рекомендуемых для эксплуатации. Дальнейшее расширение водоснабжения г. Бутурлиновка авторы рекомендуют за счет эксплуатации четвертично-мелового водоносного комплекса.

По результатам работ установлены следующие гидрогеологические параметры обводнённых отложений - расчетная мощность - 30,3 м, напор над кровлей - 5,78 м, коэффициент фильтрации - 14,75 м/сут, водопроницаемость 447 м²/сут, уровнепроницаемость 9,11*10² м²/сут.

На участке разведки подсчитаны запасы подземных вод по схеме неограниченного пласта на линейный ряд из 12 скважин, с расчетной нагрузкой на каждую скважину 1230 м³/сут, по формулам напорной фильтрации при допустимом понижении уровня до половины мощности водоносного горизонта. Подсчитаны запасы в количестве 14,8 тыс. м³/сут, в том числе по категориям: А - 8,6 тыс. м³/сут, В - 6,2 тыс. м³/сут. К категории А отнесены запасы, соответствующие суммарному расчетному дебиту скважин, опробованных опытными откачками, к категории В - суммарный расчет дебит проектных скважин.

В 1988 г. закончены поисково-разведочные работы для орошения земель в Бобровском, Бутурлиновском, Воробьевском и Калачеевском районах Воронежской области. Подземные воды приурочены к песчано-глинистым отложениям верхнего девона и мела.

В результате эколого-геологических исследований оценены концентрации био- и техногенного загрязнения в зонах сосредоточения промышленных и сельскохозяйственных предприятий, отмечены участки с увеличенным содержанием в почве свинца, кадмия, марганца и никеля.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-натриевые, с минерализацией 0,68-1,52 г/дм³. По физическим, химическим, бактериологическим и радиологическим показателям качество воды после водоподготовки соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода...» Проведенные опытно-фильтрационные работы позволили получить значения коэффициента водопроницаемости. Подсчет запасов подземных вод выполнен гидродинамическим методом. По сложности гидрогеологических условий месторождение отнесено ко II группе. Представленные на утверждение запасы водоносного водоносноальб-сеноманского терригенного горизонта составляют 611,0 м³/сут и по степени изученности отнесены к категории В.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения служат подземные воды, приуроченные к водоносным комплексам: неоген-четвертичному, апт-сеноманскому и девонскому. Глубина залегания подземных вод – 20-140 м., водообильность скважин 1,0-3,0 л/сек и более. Территория надежно обеспечена ресурсами пресных подземных вод (в соответствии с Картой обеспеченности населения Воронежской области ресурсами подземных вод).

Водоснабжение населения осуществляется из артезианских скважин и колодцев. Качество воды из эксплуатируемых скважин в целом соответствует требованиям СанПиН «Питьевая вода», за исключением общей жесткости, что связано с природными факторами – наличие в разрезе карбонатных пород.

Водоснабжение Нижнекисляйского городского поселения находится в ведении МУП «Нижнекисляйский коммунальщик». Водозабор эксплуатирует водоносный альб-сеноманский терригенный горизонт. Вода из подземных источников используется на производственные и хозяйственные-бытовые и технологические нужды предприятий, а также для водоснабжения населения рабочего поселка Нижний Кисляй. На балансе предприятия находится пять скважин. Скважины пробурены в 1971 году, глубина от 28 до 70 метров, скважины оснащены насосами ЭВЦ 8-25-100. Среднесуточный водоотбор подземных вод составляет – 961,11 м³/сут, (350,806 тыс. м³/год). Вода из рабочих скважин насосами по водоводу диаметром 125 мм поступает в сборный железобетонный резервуар, оттуда насосами по напорному трубопроводу до станции 2-го подъема в накопительный резервуар. Из резервуара насосами ЭК-6 второго подъема вода подается в водопроводную сеть поселка. Централизованным водоснабжением охвачено 2115 человек, около половины населения рабочего поселка. Запасы подземных вод по водозабору не утверждены и не оценены.

Качество воды из скважин в целом соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода», за исключением общей жесткости. Протяженность водопровода составляет 13 км, 7 км требуют реконструкции. Водозаборных колонок 56. Глубина скважин - 120 метров каждая. Глубина загрузки насоса - 80 метров. Скважины пробурены на водоупорную локально водоносную воробьевско-ардатовская карбонатно-терригенная свиту. Горизонт напорный. Водовмещающие породы представлены известняками с маломощными прослоями глин в кровле. Мощность водоносного горизонта составляет 40 метров. Интервал установки перфорированного фильтра – 75-120 метров. Пьезометрический уровень залегает на глубине 43,4 м. Удельный дебит скважин 7/2003 и 8/2003 составляет 0,7 м³/час

Качество воды на водозаборе ЗАО «Нижнекисляйская молочная компания» соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Отмечается превышение содержания общей жесткости до 1,7 раз.

Выводы

1. Исследуемая территория надежно обеспечена ресурсами пресных подземных вод. Водоснабжение населения осуществляется из артезианских скважин и колодцев.
2. Эколого-гидрогеохимические особенности эксплуатируемых подземных вод характеризуются соответствием по физическим и химическим параметрам за исключением жесткости.
3. При использовании вод альб-сеноманского водоносного комплекса необходимо применять способы умягчения воды.

Список литературы

1. Белицкий А.С. Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения. М. Недра, 1964 г.
2. Биндеман Н.Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М., Госгеолиздат, 1963 г.
3. Гидрогеология СССР. Том IV. Воронежская и смежные области. Редактор Соколов Д.С. ГУЦР, М., Недра, 1971 г.
4. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» (зарег. в Минюсте РФ 19.05.2003 г. № 4550).
5. ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора"
6. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. ГОСТ 2761-84. М
7. Методические рекомендации по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30 июля 2007 г. № 195. МПР России, 2007 г. (утверждены распоряжением МПР России от 27.12.2007 г. № 69-р).
8. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения поверхностных водотоков химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982.
9. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. М., Мингео СССР – ВСЕГИНГЕО, 1991
10. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. М., Недра, 1983 г.,
11. Орадовская А.Е., Лапшин Н.Н. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. М., Недра, 1978 г.,
12. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.1.4.1074-01, М. Минздрав России, 2002.
13. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» Минздрав России, 2001 г. (зарег. в Минюсте РФ 31.10.2001 г. № 3011).
14. СанПиН 2.1.4.2580-10 "Изменения N 2 к СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» (утверждены Постановлением Роспотребнадзора 25.02.2010 г. № 10, зарег. в Минюсте РФ 22.03.2010 г. № 16679).
15. СанПиН 2.1.4. 1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. М., 2002 г. (зарег. в Минюсте РФ 24.04.2002 г. № 3399).
16. СП 2.1.5.1059-01 "Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения" Минздрав России, М. – 2001
17. Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. N 2395-I "О недрах"
18. Шестаков Р.С. Гидрогеодинамика. М., МГУ, 1995 г.

19. Штенгелов Р.С. Формирование и оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод. М., Недра, 1988 г.,

ECOLOGICAL AND HYDROGEOCHEMICAL ASSESSMENT OF THE WATERS OF THE CENOMANIAN-ALBIAN AQUIFER COMPLEX IN THE VILLAGE OF NIZHNY KISLIAI, VORONEZH REGION

D.A.Belozarov, N.A.Zueva

E-mail: nata.burdukova.95@mail.ru

Voronezh State University, Voronezh, Russia

Annotation. The study area is reliably provided with fresh groundwater resources. Water supply of the population is carried out from artesian wells and wells. Ecological and hydrogeochemical features of exploited groundwater are characterized by compliance in physical and chemical parameters with the exception of hardness. When using the waters of the Alb-Cenomanian aquifer, it is necessary to apply water softening methods.

Keywords: ecological and hydrochemical assessment, Cenomanian – Albian aquifer, pp Nizhny Kisliai.

УДК504

ГЕОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА АКВАТОРИИ БУХТЫ ЗОЛОТОЙ РОГ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ) ДЛЯ ОЦЕНКИ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА

Е.А. Бессонова, С.А. Зверев, А.С.Теличко, А.А. Коптев

bessonova@poi.dvo.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток, Россия

Аннотация. В работе представлены материалы геомагнитных исследований на акватории бухты Золотой Рог (залив Петра Великого, Японское море) для выявления ферромагнитных объектов (затопленные суда и их обломки, погребенный железный лом и пр.), расположенных на поверхности и в придонном слое осадков. Исследования выполнялись на акватории крупнейшего Тихоокеанского порта России «Владивосток» в условиях сложной оперативной обстановки и чрезвычайно высокого уровня электромагнитных помех. Выделены локальные магнитные аномалии, источниками которых являются ферромагнитные объекты. Вычислены размеры, форма и характер залегания аномалообразующих источников. Существование всех выявленных объектов и особенности их залегания в грунте, предположенные по результатам интерпретации магнитных аномалий, подтверждены водолазными работами.

Ключевые слова: аномальное магнитное поле, акватория морского порта, Золотой Рог, затопленные ферромагнитные объекты.

Геомагнитные исследования на акватории бухты Золотой Рог, являющейся внутренним водоемом г. Владивосток, выполнялись весной 2017 года с целью выявления ферромагнитных объектов (затопленные суда и их обломки, погребенный железный лом, магнитоактивные кабельные линии и троса), расположенных на поверхности и в придонном слое осадков. Побережье бухты искусственно выровнено и местами расширено, почти на всем протяжении укреплено бетонными стенками, оборудовано причалами и пирсами. Глубины во входе в бухту Золотой Рог 20—27 м. В бухте Золотой Рог выставляются швартовные бочки. Акватория и побережье бухты представляют собой инфраструктуру крупнейшего Тихоокеанского порта России. В его состав входят акватория, на которой находятся суда грузового, пассажирского и

служебно-вспомогательного флота, а также портовые терминалы, судостроительные и судоремонтные предприятия, средства навигационно-гидрографического обеспечения и другие объекты. Здесь расположены причалы морского торгового и рыбного портов, судоремонтного и механического заводов, других предприятий города. Порт имеет развитую железнодорожную сеть. Мощная инфраструктура действующего порта определяла не только сложную оперативную обстановку на акватории бухты Золотой Рог, но и чрезвычайно высокий уровень электромагнитных помех, возрастающий по мере приближения к причальным стенкам.

Геофизические изыскания на акватории бухты, выполненные ранее, были направлены только на изучение общей сейсмичности районов изысканий (микросейсморайонирование). Однако отчеты о работах, включающие геофизические исследования по бухте Золотой Рог, ввиду большой давности их исполнения в электронных базах организаций отсутствуют, а бурные варианты ввиду большой давности и ограниченности изученных участков не представляют интереса для использования при интерпретации современных материалов (обобщение геофизических работ по материалам прежних лет не проводилось). Гидромагнитная съемка на акватории бухты Золотой Рог ранее не проводилась.

Наиболее приближенным районом исследования, на котором выполнялся комплекс морских геофизических работ, является акватория пролива Босфор Восточный, где авторы выполняли аналогичные исследования в рамках выполнения инженерных изысканий по объекту: «ЛЭП 220 кВ Зеленый угол - Русский с переходом через пролив Босфор Восточный». Первый опыт поиска ферромагнитных объектов был получен авторами в 2007 году на акватории залива Петра великого вблизи островов Пахтусова [1].

Измерения выполнялись на научно исследовательском судне ТОИ ДВО РАН «Малахит». Для изучения верхней части разреза на акватории бухты Золотой Рог выполнена гидромагнитная съемка масштаба 1:2000. Общая длина профилей составила 657,48 км. Геомагнитные измерения выполнены по параллельным профилям скользящим окном, так чтобы расстояние между галсамисоставляло 20 м. В соответствии с техническим заданием основные профили были проложены вдоль фарватера. На рисунке показаны все запланированные профили съёмки. Ограничения по площади съёмки связаны с особенностями маневрирования вдоль береговой черты, осложненной наличием надводных (пришвартованные суда) и подводных препятствий (якорные цепи). Динамично меняющаяся оперативная обстановка на акватории не всегда позволяла выдерживать запланированную сеть наблюдений, сопровождалась высоким риском обрыва забортного оборудования, требовала повышенного внимания судоводителя и визуального контроля положения буксируемого устройства. Количество опасных приближений движущихся маломерных судов в процессе измерений ежедневно составляло более 10. Высокая активность навигации и смены позиций судов бухте Золотой Рог являлась существенным мешающим фактором при проведении магнитной съемки и выдерживанию курса движения судна по заранее намеченным профилям (<http://www.pma.ru/vladivostok/positions/>).

Для уменьшения погрешности измерений, контроля качества работ и исключения ложных аномалий дважды по всей площади выполнены повторные измерения.

По результатам измерений составлены карты аномального магнитного поля вида $\Delta T_a = T_a - T_r$, где T_a – аномальное магнитное поле, а T_r – компонента определяемая источниками природного происхождения.

Магнитное поле акватории бухты Золотой Рог вида ΔT_a можно разделить на два типа: вдоль причальных стенок оно характеризуется высокоинтенсивными знакопеременными, а в центральной части бухты низкоамплитудными положительными значениями. Причем, вдоль береговой черты отрицательные аномалии выделены вдоль причальных стенок, с ними сопряжены высокоамплитудные положительные магнитные аномалии расположенные ближе к фарватеру.

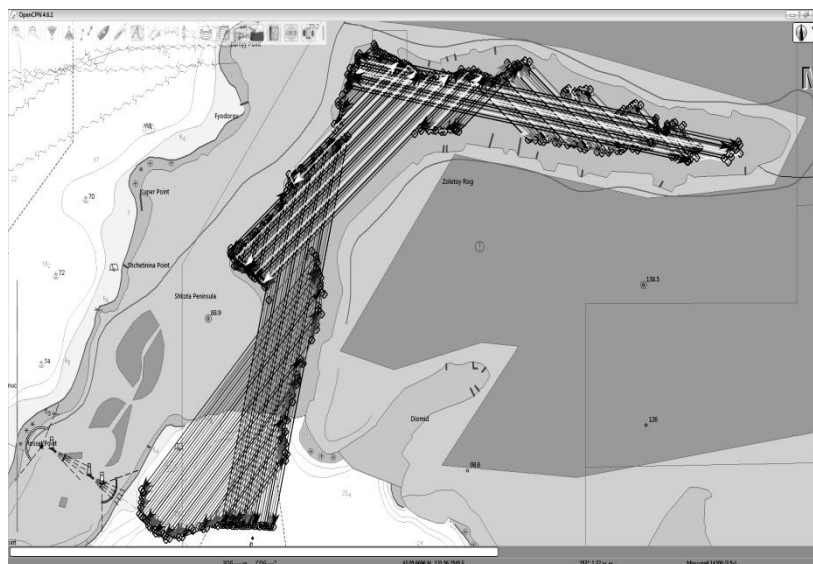


Рис.1 Запланированные профили геомагнитной съёмки на акватории бухты Золотой Рог

В центральной части бухты низкоамплитудное магнитное поле осложнено высокоградиентными локальными аномалиями в форме диполей. Источниками таких магнитных аномалий, с большой долей вероятности, являются объекты, характеризующиеся ферромагнитными свойствами. Для выделения локальных аномалий, источниками которых являются объекты поиска, были исключены «ложные» магнитные аномалии, источниками которых являлись движущиеся по акватории суда. Всего на акватории бухты Золотой Рог в аномальном магнитном поле вида ΔT_a выделены 7 локальных магнитных аномалий, источниками которых могут быть ферромагнитные объекты сопоставимые по размерам с объектами поиска. Эти магнитные аномалии характеризуются локальностью, высокой интенсивностью, формой диполя (положительный и отрицательный полюсы) и существенным расстоянием между полюсами. Предполагается, что аномалообразующие объекты являются затопленными судами. Вычислен характер залегания объектов в грунте. Впоследствии, существование всех выявленных объектов и особенности их залегания в грунте, предположенные по результатам интерпретации магнитных аномалий были подтверждены водолазными работами.

Список литературы

1. Никифоров В.М., Бессонова Е.А. Опыт применения магниторазведки для обнаружения ферромагнитных объектов на акватории залива Петра Великого // Подводные технологии и робототехника. 2007. № 1. С. 58-65.

GEOMAGNETIC STUDY OF THE GOLDEN HORN BAY (PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN) TO ESTIMATE THE ACCUMULATED ENVIRONMENTAL DAMAGE

E.A. Bessonova, S.A. Zverev, A.S. Telichko, A.A. Koptev

bessonova@poi.dvo.ru

*Federal State-Funded Institution of Science V.I. Ilyichev Pacific Oceanological Institute,
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*

Abstract. The paper presents materials of geomagnetic research in the water area of the Golden Horn Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) for ferromagnetic objects (buried scrap iron, etc.) located on the surface and in the bottom sediments. The research was performed in the waters of the largest Pacific port of Russia "Vladivostok" in a complex operating conditions and an extremely high level of electromagnetic interference. Local magnetic anomalies were identified, the sources of which are ferromagnetic objects. Also size, shape and nature of the occurrence of anomalous sources were calculated.

ed. The existence of all identified objects and the characteristics of their occurrence in the soil, assumed from the results of the interpretation of magnetic anomalies, are confirmed by diving work.

Keywords: abnormal magnetic field, seaport waters, Golden Horn Bay, submerged ferromagnetic objects.

УДК 504.43; 504.55; 551.4.

ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕДР С УЧЕТОМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ЛАНДШАФТНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ Г. СЕВАСТОПОЛЯ

Е.И. Бичайкина, Д.А. Борисенко, taurgi@yandex.ru

Общество с ограниченной ответственностью «АЛСИОН Технологии», РФ, г. Новосибирск

Аннотация. В статье авторами описаны краткие результаты исследований состояния недр, проведенных в рамках мониторинговых наблюдений в г. Севастополе за последние 3 года. В рамках работ собраны, обобщены и проанализированы показатели ресурсной базы подземных вод (ПВ) г. Севастополя. Описано современное состояние ПВ и сделан анализ изменения состояния ПВ под влиянием природных и техногенных факторов. По результатам проведенных исследований были уточнены геоморфологические особенности г. Севастополя. Выполнено районирование территории города по степени опасности проявлений опасных экзогенных геологических процессов (ЭГП). Сделана оценка пораженности территории оползневыми процессами. По результатам работ авторами даны рекомендации по организации системы мониторинга состояния недр на федеральном и территориальном уровне.

Ключевые слова: мониторинг состояния недр, экзогенные геологические процессы, подземные воды, Севастополь.

Введение. В г. Севастополе в непростых инженерно-геологических и гидрогеологических условиях и при быстрых темпах развития региона большое значение приобретает своевременный и актуальный мониторинг состояния недр.

Характеристика объекта исследования. Геолого-литологические условия территории г. Севастополя являются определяющими в формировании опасных ЭГП. Территория города представлена разными комплексами пород, среди которых выделяются морские и континентальные отложения. На тех участках, где в разрезе преобладают глины и мергели, формируются оползни. По генезису они – абразионные, эрозионные, техногенные и естественно-техногенные. По механизму смещения – блоковые, оползни сдвига, растяжения, разжижения. В пределах жилой части города оползни не имеют широкого развития, но нередко их возникновение или активизация приводит к серьезным экономическим потерям.

По гидрогеологическому районированию площадь территории относится к Равнинно-Крымскому артезианскому бассейну и гидрогеологической складчатой области Горного Крыма. Это гидрогеологические структуры первого порядка. Анализ ранее проведенных работ позволил выделить семь водоносных комплексов (снизу-вверх): верхнетриасово-среднеюрский; верхнеюрский; нижнемеловой; верхнемеловой; палеоценово-эоценовый; миоценовый; комплекс плиоценовых и четвертичных отложений. В 2018 году в г. Севастополе фактический объем извлечения подземных вод составил 13,36 млн. м³ при предельно допустимом уровне извлечения 24,63 млн. м³. Доля фактической добычи к предельно допустимой составила 54,25 % [4].

Методика исследований. Полевые работы: визуальное обследование территории г. Севастополя и конкретных участков проявления опасных ЭГП, дешифрирование аэро-, фотоснимков. Камеральные работы: работа в фондах геологической информации, сбор **пространственных данных из федерального фонда пространственных данных**, анализ

полевой и архивной информации, создание информационных структурированных массивов данных по подсистемам «опасные ЭГП» и «подземные воды», создание цифровых карт.

Выводы по теме работы

Геоморфологические особенности территории города Севастополь. В пределах района города Севастополь расположены юго-западные окончания Внешней, Внутренней и Главной гряд Крымских гор и разделяющих их межгрядовых понижений [1,2]. Внешняя гряда представляет собой плато ограниченное с северо-запада береговым обрывом. Поверхность плато образуют террасы средиземноморского ряда в возрастном диапазоне от голоцена до миоцена. На Северной стороне они преимущественно аккумулятивные (17%), на Гераклеюском полуострове – абразионные (3.5%). Здесь и далее в скобках площадь в процентах от всей изученной территории. Внутренняя гряда отделена от Внешней и Главной гряд Северным и Южным межгрядовыми понижениями. Межгрядовые понижения (24%) образованы крутыми и пологими склонами, выработанными в известняках; плоскими и холмистыми днищами, выработанными в мергелях и глинах. Внутренняя гряда образована двумя куэстами, состоящими из аналогичных элементов. Главная гряда имеет уплощенную вершинную поверхность, образованную реликтами поверхностей выравнивания (3.5%). Склоны эрозионных долин (30.5%) умеренно развиты на плато Внешней гряды, широко в пределах Внутренней гряды и Южного межгрядового понижения. Прочие элементы рельефа представлены обвально-оползневыми (6%), пролювиальными (6%), аллювиальными (4%) аккумулятивными и коллювиально-деллювиальными (3%), абразионными (2%) и тектоногенными (0.5%) денудационными поверхностями. Неотектонические поднятия во внешней гряде достигают 50-70 м, а в Главной – 800 м. Примерно на 25% площади изученной территории имеются геолого-геоморфологические предпосылки для развития оползневых процессов. При этом выявлены значительные территории, отнесенные к категории высоко подверженных образованию оползней, на которых не известно ни одного оползня. Мы связываем это с недоизученностью таких территорий в связи со слабой хозяйственной освоенностью. **Причины широкого распространения** оползневых процессов в пределах рассмотренного района достаточно очевидны – обилие форм рельефа с крутыми склонами, высокое содержание глин в толщах слагающих район, приморский климат с большим количеством атмосферных осадков и высокая сейсмичность территории.

Геолого-геоморфологическое районирование. В пределах рассматриваемой территории используются элементы схемы районирования, предложенной К.И. Габлицем [3] – Внешнюю, Внутреннюю и Главную гряды. Данная схема было дополнена, - на ней выделены системы межгрядовых понижений – Северное (между Внешней и Внутренней грядками) и Южное (между Внутренней и Главной грядками). В направлении с северо-запада на юго-восток последовательное чередование гряд и понижений.

Районирование территории города Севастополь по степени опасности проявления оползневых процессов как результат мониторинговых исследований в 2016-2019 г.г. Целесообразно рассматриваемую территорию на три категории по условиям возникновения оползней без дополнительного внешнего воздействия: 1 – отсутствуют условия для формирования оползней, 2 – существует умеренная вероятность проявления оползней, 3 – существует высокая вероятность проявления оползней.

К первой категории аккумулятивные: относятся морские террасы, делювиальные конусы выноса и шлейфы, поймы и аллювиальные террасы; денудационные: поверхности выравнивания, денудационные склоны, пологие склоны карстовых впадин, днища полей и холмистые участки в их пределах, сильно выположенные эрозионные склоны и сильно выположенные береговые уступы. Здесь оползневые процессы без внешнего воздействия невозможны, но могут проявляться в случае производства в ее пределах объемных работ по созданию насыпей и выемок. Также при землетрясениях магнитудой более 7, возможно вовлечение в оползневой процесс краевых частей водораздельных плато в полосе шириной до 1-2 км, примеры чего в недав

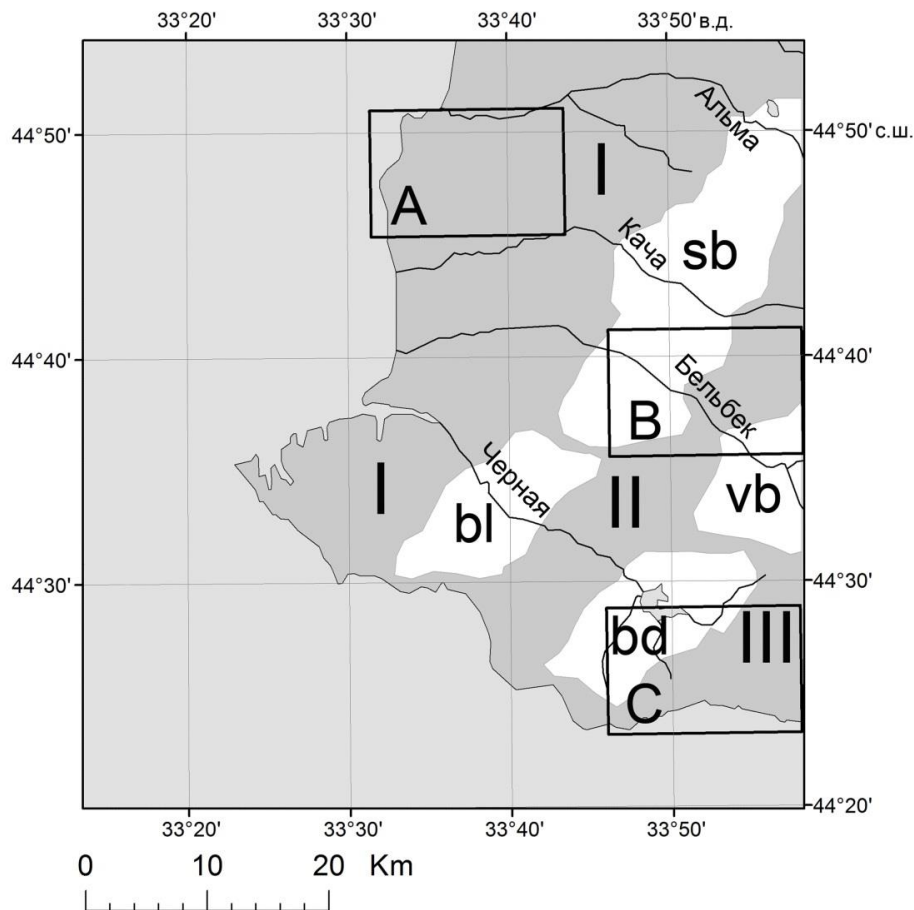


Рис. 1. Геоморфологические районы Юго-Западного Крыма.

I – Внешняя гряда, II – Внутренняя гряда, III – Главная гряд, впадины северной продольной депрессии: bl – Балаклавская, sb – Симферопольско-Бахчисарайская, впадины южной продольной депрессии: bd – Байдарская, vb – Верхнебельбекская

ней геологической истории имеются. Ко второй категории относятся только эрозионные склоны умеренной крутизны и умеренно выположенные абразионные уступы. Здесь обвально-оползневые процессы могут проявляться в аномально влажные годы и при производстве строительных работ. К третьей категории относятся аккумулятивные: оползни, обвалы и отвалы горных пород; денудационные: стенки отрыва оползней и обвалов, крутые денудационные уступы, крутые склоны карстовых полей, крутые борта эрозионных долин, тектоногенные уступы, абразионные уступы и борта крупных карьеров. Здесь обвально-оползневые процессы либо

Система мониторинга ЭГП. История инженерно-геологического, гидрогеологического изучения г. Севастополя охватывает период с конца XVIII в. - после присоединения Крыма к России в 1774 г. И с начала строительства г. Севастополя, как военно-морской базы на Черном море в 1783 г. по настоящее время. По данным многолетних наблюдений на территории г.Севастополя насчитывается более 120 оползней. До 2014 г. изучение и мониторинг оползней проводилось специалистами ГУП РК «Крымгеология» (ранее «Южгеоцентр»). С 2014 г. эти полномочия переданы Главному управлению природных ресурсов и экологии города Севастополя (Севприроднадзор). К настоящему времени в территориальных центрах ведения государственного мониторинга геологической среды, в т. ч. и экзогенных геологических процессов (ЭГП), используется ряд руководств и методических документов, регламентирующих условия работ на различных стадиях исследований [3,5-8]. Большинство из них опирается на опыт прогнозирования времени и активности проявления опасных типов ЭГП на основе данных по опорной наблюдательной сети. В 2018 г. была сформирована государственная опорная наблю-

дательная сеть, состоящая из 10 пунктов наблюдения за опасными ЭГП. В 2019 г. сотрудники ООО «АЛСИОН Технологии» занимаются формированием территориальной наблюдательной сети, в которую будет включено не менее 100 участков проявления опасных ЭГП на территории г.Севастополя.

В таких условиях ведение мониторинга ЭГП целесообразно начинать с территориально-го уровня, который относится к подготовительному этапу [5] и по видам работ соответствует первой стадии: «Специальное инженерно-геологическое исследование территории масштаба 1:200000 – 1:500000». Она предусматривает выявление распространения и оценку пораженности ЭГП, районирование территории по условиям их развития и организацию опорной наблюдательной сети. Эти задачи решаются путем создания информационно-аналитической системы, позволяющей решать регламентированные задачи, в т. ч. прогнозирование процессов и их возможного воздействия на хозяйственную деятельность.

В данной работе излагается опыт организации и ведения мониторинга ЭГП в по материалам комплексных съемок масштаба 1:200000 – 1:50000 и дистанционного зондирования Земли с изучением постоянных природных факторов, определяющих генетические типы и интенсивность проявления ЭГП.

Территориальный уровень мониторинга экзогенных геологических процессов опирается на анализ формационно-стратиграфических, структурно-тектонических и геоморфологических условий их развития и качественную оценку взаимодействия природной среды и проявления процесса. Высокая достоверность решаемых задач достигается полнотой учета факториальных признаков, их иерархического соответствия масштабу исследований и применению ранговых шкал для описания геологических явлений. Главной и конечной целью исследований является прогноз развития ЭГП, под которым понимается экспертная оценка, основанная на закономерностях развития и интенсивности проявления ЭГП.

Краткий анализ результатов мониторинга по подсистеме «подземные воды» за 2017-2018 гг. Особенности геолого-гидрогеологических условий формирования ПВ в г. Севастополе обусловили распространение вод ограниченного целевого назначения – питьевых и технических ПВ. Согласно данным государственного баланса запасов подземных вод на территории г. Севастополя отсутствуют месторождения минеральных, теплоэнергетических ПВ. Приоритетными задачами мониторинга подземных вод на территории г. Севастополя являются оценка состояния ресурсной базы ПВ, их освоения и использования, а также оценка изменения состояния ПВ под влиянием природных и техногенных факторов.

По гидрогеологическому районированию земли г. Севастополя расположены в пределах двух гидрогеологических бассейнов 1 порядка: в Равнинно-Крымском артезианском бассейне и Горно-Крымском бассейне пластово-блоковых вод (юго-восточная часть, район северо-западного склона главной гряды Крымских гор).

В границах Равнинно-Крымского артезианского бассейна выделено Альминское МППВ, в Горно-Крымском - Западно-Крымское МППВ.

По состоянию на 01.01.2019 в г. Севастополе разведаны и утверждены эксплуатационные запасы подземных вод в количестве 92,359 тыс.м³/сут, в том числе по категориям: А – 61,9 тыс.м³/сут, В – 22,665 тыс.м³/сут, С₁ – 5,494 тыс.м³/сут, С₂ – 2,3 тыс.м³/сут [1].

Объем извлечения запасов ПВ, прошедших государственную экспертизу, в 2018 г. по г. Севастополь составил 33,41 тыс.м³/сут. Доля фактической добычи ПВ на утвержденных запасах к предельно допустимой составила 52,85 % [4].

В пределах территории города Севастополя уже существует государственная опорная наблюдательная сеть (ГОНС), которая представлена 11 скважинами, пробуренными на следующих водоносных горизонтах: водоносный горизонт четвертичных отложений (Q); водоносный горизонт сарматских отложений (N₁S₂); водоносный горизонт среднемиоценовых отложений (N₁²); водоносный горизонт отложений верхнего мела (K). Наблюдательные скважины, пробуренные на горизонт верхнеюрских отложений, в ГОНС не включены.

По данным мониторинговых наблюдений за качеством водоносного горизонта в четвертичных аллювиальных отложениях в 2018 г. выявлены загрязнения (нитраты, барий, нефтепродукты, аммоний солевой, железо, марганец, натрий) на 5 наблюдательных скважинах.

По данным мониторинговых наблюдений за качеством водоносного горизонта в сарматских отложениях в 2018 г. выявлены загрязнения (барий, нефтепродукты, железо, марганец) на 1 наблюдательной скважине – вблизи Орловского водозабора.

Отдельно стоит описать состояние Орловского водозабора. Определяющим фактором в формировании уровня и химического режима ПВ сарматских отложений на Орловском водозаборе является водоотбор. По результатам анализа данных статистической отчетности в 2017-2018 гг. выявлено превышение содержания хлоридов на Орловском водозаборе, эксплуатируемом ГУПС «Водоканал» для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения и предприятий. Связано это с ошибками при эксплуатации Орловского водозабора в 1980-е годы. Характер гидрогеохимических аномалий указывает на подток морских вод, в результате развившейся депрессионной воронки при интенсивном водоотборе. Сокращение отбора ПВ на Орловском водозаборе с 1988 года в среднем на 24 тыс. м³/сут благоприятно сказывается на гидродинамическом режиме водоносного горизонта в сарматских отложениях, однако превышение содержания хлоридов отмечается до сих пор. В настоящее время фактический водоотбор на Орловском водозаборе составляет 3,318 тыс. м³/сут в 2017 г., что почти в 8 раз меньше предельно допустимого среднесуточного водоотбора (26,617 тыс. м³/сут).

Заключение. В условиях возрастания антропогенной нагрузки на окружающую среду, развития производства и роста материальных потребностей, проблема рационального использования имеющихся ресурсов подземных вод является особенно актуальной. Углубленное изучение инженерно-геологических условий на территории г. Севастополя, а также грамотный мониторинг состояния недр по подсистеме «опасные ЭГП» способствует эффективному территориальному планированию строительства различного назначения, а также предупреждению возникновения ЧС.

Список литературы

1. Бичайкина Е.И. Выполнение камеральных работ и подготовка материалов для оценки состояния недр города Севастополя, г. Севастополь, 2018 г. ФГБУ «Росгеолфонд», № 533800.
2. Борисенко Д.А. Ведение мониторинга геоэкологических процессов на территории города Севастополя, г. Севастополь, 2017 г. ГБУ Севастополя «Экоцентр», № 0487.
3. Влияние водно-хозяйственных мероприятий на гидрогеологические и инженерно-геологические условия. М.: Недра, 1989.
4. Ежегодный доклад о состоянии и об охране окружающей среды города Севастополя за 2018 год. Севастополь, 2019 г. Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя.
5. Методические рекомендации по организации и ведению государственного мониторинга экзогенных геологических процессов. Сост. А.И. Шеко, В.С. Круподеров, В.И. Дьяконова и др. М.: ВСЕГИНГЕО, 1997.
6. Методические рекомендации по составлению долгосрочных прогнозов экзогенных геологических процессов в системе государственного мониторинга геологической среды / сост. А.И. Шеко, Г.П. Постоев, В.С. Круподеров и др. М.: ВСЕГИНГЕО, 1999.
7. Методические рекомендации по составлению и ведению реестра наблюдательной сети мониторинга экзогенных геологических процессов / под ред. М.В. Кочеткова. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000.
8. Трегуб А.И., Глушков Б.В., Корабельников Н.А. и др. Экзогенные геодинамические процессы: оценка, прогноз, мониторинг (На примере Воронежской области). Воронеж: ВГУ, 1999.

FEATURES OF MONITORING THE STATE OF THE SUBSOIL TAKING INTO ACCOUNT GEOLOGICAL, LANDSCAPE AND SOCIO-ECONOMIC CONDITIONS OF THE CITY OF SEVASTOPOL.

*E. I. Bichaikina, D.A.Borisenko, taurgi@yandex.ru
Limited liability company «ALSION Technology», Russia, Novosibirsk*

Abstract. In the article the authors describe the brief results of studies of the state of the subsoil, conducted within the framework of monitoring observations in Sevastopol for the last 3 years. As part of the work collected, generalized and analyzed indicators of the resource base of groundwater (PV) of Sevastopol. The current state of PV is described and the analysis of changes in the state of PV under the influence of natural and man-made factors is made. According to the results of the research, the geomorphological features of Sevastopol were clarified. Zoning of the territory of the city according to the degree of danger of manifestations of dangerous exogenous geological processes (EGP) was performed. The assessment of the territory affected by landslides is made. Based on the results of the work, the authors give recommendations on the organization of the system of monitoring the state of subsoil at the Federal and territorial level.

Keywords: monitoring of the subsurface conditions, exogenous geological processes, underground water, Sevastopol.

УДК 332.821

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К БЛАГОУСТРОЙСТВУ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ

*Бурак Е.Э., Воробьева Ю.А., Жукова А.С., e-mai;burak.e@mail.ru
Воронежский государственный технический университет,
20 лет Октября, д. 84, Воронеж, Россия*

Аннотация: Рассмотрены предпосылки и структура формирования комфортной городской среды на этапе разработки архитектурной концепции и выявлены основные принципы разработки идеи и проектирования. Приведены ключевые причины необходимости реконструкции системы благоустройства. Рассмотрены основные направления формирования системы благоустройства общественных пространств, а так же конкретные мероприятия по каждому из направлений. Выявлены принципы формирования комфортной городской среды, которые должны учитываться на каждом этапе проектирования городских общественных пространств.

Ключевые слова: благоустройство, общественные пространства, природный каркас, функциональное зонирование, транспортная организация, комплексный анализ.

Благоустройство городских территорий играет важную роль в современном развитии, как крупных мегаполисов, так и малых городов и городских поселений. Территории городов увеличиваются, появляются новые жилые массивы, промышленные районы и общественно деловые центры, которые еще на стадии проектирования имеют в составе пространства для развития зоны рекреации. Данная необходимость в зонах рекреации обусловлена рядом факторов: экологическими показателями среды и ее воздействием на человека, формированием комфортных условий проживания и жизнедеятельности, экономическими показателями и психологическую составляющую. Увеличение зеленых зон в городской застройке, наличие природной составляющей благотворно влияет на психическое благополучие населения.

К развитию рекреационных пространств, при новом строительстве, относятся новые ландшафтные парки, озелененные и благоустроенные дворовые пространства, озелененные бульвары и улицы, природный каркас на этапе проектирования. Параметры системы благоустройства рассчитываются в зависимости от функционального зонирования и плотности населения в границах проектирования, также учитываются потребности современного человека,

существующие нормативные положения и прогнозируемые изменения социально-экономической ситуации на ближайшие 5 – 10 лет. Однако благоустройство является обязательной и важной составляющей не только при новом строительстве, но и при реорганизации существующего градостроительного каркаса. Таким сформированным ядром являются городские центры, которые часто являются историческими и насыщены памятниками истории и культуры. Для большинства Российских городов актуально расположение памятников истории, культуры и архитектуры в центральных частях. Данные здания и сооружения требуют особого внимания, как со стороны городских администраций, так и со стороны собственников и обществу.

Центральные части городов чаще требуют обновления рекреационных зон и формирования комфортной среды, чем включения новых объектов притяжения природного каркаса. Проектирование и обновление системы благоустройства является необходимостью и диктуется не только моральным и физическим износом, но изменением основных тенденций в озеленении и оформлении общественных пространств. Благоустройство исторических центров необходимо, как для формирования комфортных условий для жителей и гостей города, так и для акцента на значимости территорий, создания эстетически привлекательной и уникальной среды. Современные архитекторы, урбанисты и ландшафтные дизайнеры на основании современных тенденций и возможностей территории формируют городское пространство, которое в свою очередь формирует общественное сознание, при проектировании ставится в приоритет комфорт пешехода, развитие экологичного транспорта, необходимость поддержки исторически значимых объектов.

Включение в структуру города рекреационных зон обусловлено нормативно-правовыми документами на разных уровнях законодательства [1], а более точные параметры описаны в СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» [2]. В каждом субъекте действуют свои региональные нормативы, которые отражают приоритеты развития градостроительной деятельности. Для каждого города существуют местные нормативы, которые формируют минимальные параметры и перечни мероприятий для поддержки комфортной городской среды.

На сегодняшний день формирование комфортной городской среды включает в себя множество направлений, каждое из которых отражено в нормативно-правовых актах: организация пешеходного, велосипедного и автомобильного движения, инженерное оснащение улиц, озеленение и экология, идентичность территории, дизайн-код, экономика и т.д. Представленные направления включают в себе ряд мероприятий, которые непосредственно направлены на улучшение показателей качества городской среды, и которые находятся в прямой зависимости друг от друга. При разработке благоустройства необходимо учитывать не только параметры, но и дальнейшую эксплуатацию.

При проектировании общественных пространств важным пунктом, который не отражается в нормативных документах, является разработка архитектурной концепции территории. Данный пункт позволяет избежать ряда ошибок при проектировании и реализации. В настоящее время при формировании комфортных городских пространств можно выявить ряд проблем, которые прослеживаются на территории всей Российской Федерации. Во-первых, основным приоритетом при разработке территории является не пешеход и велосипедист, а личный транспорт. Данная позиция в современном мире пересматривается. Ко второму пункту относится целый комплекс тесно связанных проблем: отсутствие общей стилистики, дизайн-кода территории, недостаток средств на их разработку, а как следствие наличие визуального мусора в виде рекламных баннеров, беспорядочных торговых павильонов и т.д. Наличие архитектурной концепции позволит не только избежать данных ошибок, но и сделать территорию эффективной.

Формирование удобных общественных пространств в исторических центрах заключается не только в технических аспектах, но и в смысловом наполнении пространства. Территория благоустройства должна иметь основную идею, концепцию, включать исторические факты и подчеркивать культурную и историческую значимость в своем наполнении или развивать значимую историю для определенной территории, быть символичной и в то же время выполнять

свои функциональные задачи. Всю работу над проектируемой территорией можно разделить на несколько блоков: анализ, архитектурная концепция, рабочий проект. Данные блоки тесно связаны между собой, образуют укрупненную систему (рисунок. 1) и раскрывают поэтапную схему концептуального проектирования:



Рис 1. Схема этапов разработки проекта для благоустройства территории

Комплексный подход к благоустройству позволяет сформировать интересное, удобное и уникальное пространство, а также одновременно решить несколько накопившихся проблем на участке проектирования и значительно улучшить качество среды. В настоящее время формирование комфорта на городских улицах обусловлено не только созданием комфортных условий для местных жителей и гостей города, но и созданием уникальной территории. Данная уникальность становится основой архитектурной концепции, которая в свою очередь корректирует необходимый перечень приемов и методов, заложенных в проектирование для достижения наилучшего результата. Основным методом для формирования концепции является анализ. Исследование градостроительного каркаса, морфологии места, исторических фактов и легенд, визуальный анализ формируют максимально широкое представление о территории проектирования и ее идентичности, а так же помогают понять причины сложившихся проблем в месте разработки.

При разработке проекта благоустройства на всех этапах проектирования необходимо руководствоваться не только нормативно-проектной документацией, но и рядом принципов. Основными принципами являются безопасность, комфорт и доступность, так как именно они являются основой для формирования комфортной городской среды для всех категорий жителей и гостей города. Наличие и состав остальных принципов находятся в прямой зависимости от основной идеи проекта. Они могут быть направлены на организацию современного многофункционального пространства, или на поддержку культурно-исторического облика, или создавать условия для определенных категорий пользователей.

Результат благоустройства общественных пространств прослеживается во многих аспектах и показателях: увеличение туристического потока, притяжение бизнес сообществ и инвестиционных потоков, увеличение пропускной способности улиц, развитие иных городских пространств согласно предложенным принципам и многие другие.

Выводы

Задача формирования комфортной городской среды проходит несколько этапов проектирования: аналитическая часть, выявление проблемных участков, формирование архитектурной концепции, подбор необходимых методов для улучшения показателей качества городской среды. Все этапы проектирования в независимости от места разработки и архитектурного наполнения пространства должны отвечать принципам безопасности, комфорта и идентичности, что позволит сформировать удобные, функциональные и уникальные общественные пространства.

Список литературы

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред.от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2018);
2. «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2018);
3. СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*;
4. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75;
5. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 N 73-ФЗ (последняя редакция);
6. Федеральный закон от 17.11.1995 N 169-ФЗ (ред. от 19.07.2011) «Об архитектурной деятельности в Российской Федерации»;
7. «Градостроительный кодекс города Москвы» №28 от 25.06.2008 (ред. От 06.07.2011);
8. «Правила благоустройства территории Санкт-Петербурга в части, касающейся эстетических регламентов объектов благоустройства и элементов благоустройства». Внесен в Реестр нормативных правовых актов Санкт-Петербурга 7.02.2017 года. Регистрационный №21/-^{1S}*
9. Антипов А.Н., Дроздов А.В., Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт. Изд-во Института географии СО РАН. Иркутск. 2002 – 141с.;
10. Бархин Б. Г. Проектирование как трехступенчатый процесс: анализ – оценка — синтез / Методика архитектурного проектирования .<http://sreda.boom.ni/glossary 1.htm>.;
11. Горохов В.А., Зеленая природа города. Специальность «Архитектура» Архитектура-С. Москва. 2005 – 592с.;
12. Гостев В.Ф. Юскевич Н.Н., Проектирование садов и парков. Стройиздат. Москва.;
13. Казаков Л.К. Ландшафтоведение. Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. Издательство Академия (Academia). 2011. - 336 с.;
14. Колбовский Е.Ю., Ландшафтное планирование. Издательский центр «Академия».Москва. 2008 – 336с.;
15. Котлярова Е.В., Дворников Ю.Я. Принципы проектирования городской архитектурной среды: учебное пособие. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 93 с.;
16. Краснощекова Н.С., Формирование природного каркаса в генеральных планах городов. Архитектура-С. Москва. 2010 – 183с.;
17. Нехуженко Н.А., Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры, Питер. С.-Петербург. 2011 – 192с.;
18. Сычева А.В. Ландшафтная архитектура. Учебное пособие для вузов. — 2-е изд., испр. — М.: Оникс 21 век, 2004. — 87 с.;
19. Теодоронский В.С., Сабо Е.Д., Фролов В.А., Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры. Издательский центр «Академия». Москва. 2008 – 352с.;
20. Шимко В.Т. Архитектурное формирование городской среды. М.: Высшая школа, 1990. 223 с.

PRINCIPLES OF PUBLIC SPACE IMPROVEMENT

Burak E. E., Zhukova A. S., burak.e@mail.ru

Voronezh state technical University, 14 Moskovsky prospect, Voronezh, Russia

Abstract: the preconditions and structure of the formation of a comfortable urban environment at the stage of development of the architectural concept are Considered and the basic principles of the development of ideas and design are revealed. The key reasons for the need for reconstruction of the improvement system are given. The main directions of formation of the system of improvement of public spaces, as well as specific activities in each of the areas. The principles of the formation of a comfortable urban environment, which should be taken into account at each stage of the design of urban public spaces.

Key words: improvement, public spaces, natural framework, functional zoning, transport organization, complex analysis.

УДК 631.416.8

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СИСТЕМЕ «ШУНГИТОВАЯ ПОРОДА-ПОЧВА»: ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ В ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ (ЗАОНЕЖЬЕ, РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

А. В. Кикеева¹, avkikeeva@mail.ru; С. Ю. Чаженгина² chazhengina@mail.ru

¹Институт леса, ² Институт геологии — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты изучения содержания редкоземельных элементов (РЗЭ) в почвах, сформированных на шунгитовых породах Заонежья (Карелия) природных и техногенных ландшафтов. Установлено топологическое сходство в характере распределения РЗЭ в шунгитовых породах и почвах, которое проявляется в преобладании легких РЗЭ над тяжелыми ($\Sigma\text{LREE} / \Sigma\text{HREE} = 5-7$) и наличием отрицательной европиевой аномалии. Наблюдается слабое накопление РЗЭ в почве, интенсивность которого зависит от содержания органического вещества и кислотности почв. Среднее валовое содержание РЗЭ в почвах природных ландшафтов составляет, 57 мг/кг, техногенных – 78 мг/кг. Содержание РЗЭ в шунгитовых почвах ниже кларковых среднемировых значений.

Ключевые слова: редкоземельные элементы, шунгитовые породы и почвы, природные и техногенные ландшафты

Редкоземельные элементы (РЗЭ) – группа, которая включает в себя лантаноиды, а также иттрий и скандий. Известно об их биологической активности [13] и токсичности [12, 17]. Экологические аспекты накопления и миграции РЗЭ в почвах не изучены в достаточной степени.

Шунгитовые породы и шунгитовые почвы – уникальное явление, встречающееся в таких масштабах только на территории Заонежского полуострова в Карелии. Генезис почв до конца не ясен. Их классифицируют как дерновые литогенные почвы [7], а также буроземы темноцветные [5, 11]. Шунгитовые почвы характеризуются, как правило, нейтральной или слабокислой реакцией, слабо дифференцированы на генетические горизонты. Содержание гумуса по профилю высокое, однородное. Отмечено высокое содержание тяжелых металлов [9, 10].

Цель работы - изучение валового содержания РЗЭ в шунгитовых почвах, закономерностей распределения РЗЭ в породе и почве.

Объект исследования – дерново-литогенные, шунгитовые почвы, сформированные на шунгитовых породах в районах скальных выходов (Подсосонье, Карнаволок и Лебещина) и действующих карьеров (Максово и Зажогоино).

Проведение химических анализов осуществлялось в Центре коллективного пользования аналитических лабораторий Института леса и Института геологии КарНЦ РАН. Содержание общих углерода и азота определялось на CHNS-анализаторе; содержание калия – атомно-эмиссионным методом (химическая подготовка с использованием азотной кислоты), содержание общего фосфора – методом Дениже – Аткинса по фосфорномолибденовому комплексу. Содержание РЗЭ в почвах и шунгитовых породах определялось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Содержание углеродистого вещества – собственно шунгита – ШП в почве определялось методом дифференциально-термического анализа (ДТА).

Статистическая обработка результатов осуществлялась при помощи ДА Краскеала – Уоллиса с последующей процедурой множественного сравнения Данна ($(N_{(2; 33)} < 2.394)$ – для природных, $(N_{(1; 52)} < 1.96)$ – для техногенных ландшафтов). Различия валового содержания в почвах РЗЭ изучали в трех группах – природной, техногенной и условно фоновой ($(N_{(2; 84)} > 2.394, p < 0.05)$). Серия анализа представляет собой выборку значений содержания каждого из РЗЭ (La – Lu) в каждой из указанных групп.

Для оценки содержания РЗЭ в исследуемых почвах применяли коэффициенты [цит. по: 1]:

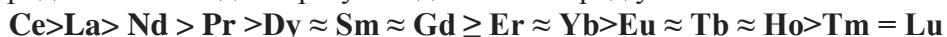
1. Кларк концентрации (Кк)
2. Коэффициент обогащенности почвы (КОП) определялся при нормировании по Ti
3. Доля техногенности Tg металла (% от валового) [6,11]

Агрохимические свойства почв. Почвы и лесные подстилки в районе выходов Карнаволок, Лебещина и Подсосонье, характеризуются высокой кислотностью, вблизи карьеров – относятся к слабокислым. Отмечена высокая степень минерализованности. В образцах почвы природных ландшафтов отмечено высокое содержание элементов питания. Техногенное преобразование ландшафтов месторождений шунгитовых пород находит отражение в малом содержании оксидов калия и фосфора в почвах. Содержание органического углерода наиболее высокое в почвах природных выходов шунгитовых пород и фоновых почв, а наиболее низкое – в почвах карьеров. Содержание шунгитового углерода сопоставимо для шунгитовых почв практически для всех участков [3]

Валовое содержание РЗЭ в шунгитовых породах и почвах. Общеизвестно, что содержание элементов в не нарушенных почвах определяется в основном составом и свойствами материнской породы, генезисом почв, содержанием в почвах определённых компонентов (глинистых минералов и органического вещества), а также наличием антропогенных нагрузок [6].

Суммарное содержание РЗЭ в шунгитовых породах колеблется от 19 (Лебещина) до 92 (Карнаволок) мг/кг, что уступает суммарному содержанию РЗЭ в черных сланцах (144 мг/кг) и осадочных породах (134 мг/кг) [14]. Спектры распределения РЗЭ изученных шунгитовых пород характеризуются преобладанием легких РЗЭ над тяжелыми ($\sum LREE / \sum HREE = 5-7$) и отрицательной Eu аномалией. Эти результаты согласуются с полученными ранее [8].

Суммарное содержание РЗЭ в шунгитовых почвах составляет 32–81 мг/кг. Такой разброс сопоставим со значениями содержания в шунгитовых породах, что выступает свидетельством поступления РЗЭ из шунгитовых пород. Дополнительно подтверждает это положение топологическое сходство спектров их распределения по РЗЭ. Так, по распространенности в шунгитовых породах лантаноиды образуют однотипный ряд убывания:



Такая последовательность соответствует ряду убывания среднего содержания лантаноидов в мировом сланце (среднему содержанию в сланцах Северной Америки, Европы и территории бывшего СССР) [15].

Ряд среднего содержания элементов в шунгитовых почвах практически совпадает для всех районов опробования и фоновыми пробами почв и почти полностью совпадает с распределением в шунгитовых породах:

$Ce > La > Nd > Pr > Sm > Gd > Dy > Er > Yb > Eu > Ho > Tb > Tm > Lu$

Последовательность убывания содержания РЗЭ соответствует ряду убывания их кларкового числа по Виноградову, а также характерна для распространенности лантаноидов в почвах других территорий [1].

Содержание РЗЭ в почвах природных и техногенных ландшафтов. Валовое содержание РЗЭ в шунгитовых почвах статистически значительно различается в природных и техногенных ландшафтах. Содержание РЗЭ в почвах неразрабатываемых выходов шунгитовых пород колеблется в пределах 49–74 мг/кг, в подстилках – 32–43 мг/кг. Суммарное содержание РЗЭ в этих почвах статистически значимо не различается, поэтому можно говорить о среднем значении для них, которое составляет 57 мг/кг.

Содержание РЗЭ в почвах антропогенно изменённых территорий в среднем выше составляет от 74 до 81 мг/кг. Содержание РЗЭ в почвах карьеров Максово и Загогино также статистически значимо не различается, среднее значение составляет 78 мг/кг, что превышает содержание РЗЭ в почвах неразрабатываемых выходов шунгитовых пород в среднем в 1.4 раза. Валовое содержание РЗЭ в почвах условно фоновой территории составляет 23 мг/кг, в подстилках – 19 мг/кг и статистически достоверно ниже содержания РЗЭ в шунгитовых почвах.

Шунгитовые почвы, сформированные и на выходах шунгитовых пород, и в районе карьеров, обогащены легкими РЗЭ, о чем свидетельствует соотношение содержания легких и тяжелых РЗЭ $\sum LREE / \sum HREE = 5-7$.

Накопление РЗЭ в шунгитовых почвах. Накопление РЗЭ в почвах зависит преимущественно от содержания глинистых минералов и органического вещества, а также рН среды [1,15]. Вероятно, при незначительном содержании глинистых и вторичных минералов [4]. Накопление РЗЭ в шунгитовых почвах в основном определяется содержанием органического вещества (до 40 %), хотя значимые корреляции не установлены.

Накопление РЗЭ в шунгитовых почвах характеризуется преимущественно накоплением легких лантаноидов и в подстилках, и в минеральном горизонте, тогда как содержание тяжелых РЗЭ сопоставимо или незначительно превышает их содержание в шунгитовых породах. Рассчитанные коэффициенты обогащенности почв (КОП) свидетельствуют о различной интенсивности накопления РЗЭ верхним почвенным слоем на разных участках отбора.

Вероятно углеродистое вещество шунгитовых пород препятствует вымыванию РЗЭ из почвы в результате адсорбции и образования сложных комплексов с РЗЭ на поверхности шунгита.

С другой стороны, накоплению РЗЭ в шунгитовых почвах может препятствовать низкая кислотность почв, так как в кислой среде РЗЭ легко переходят в подвижные формы и вымываются из почвы [16]. Об этом свидетельствует установленная положительная корреляция ($r = 0.96$) между рН шунгитовых почв и содержанием в них РЗЭ.

Заключение. Содержание РЗЭ в почвах, сформированных на шунгитовых породах, составляет 32–81 мг/кг, что не превышает кларковые значения [1], однако выше значений для фоновых проб (23 мг/кг), сформированных на иных подстилающих породах. Основным источником поступления РЗЭ в почвы являются шунгитовые породы, о чем свидетельствует топологическое сходство спектров распределения РЗЭ. Последовательность убывания РЗЭ по мере уменьшения содержания не только наследуется от породы, но и определяется условиями почвообразования. Для исследуемых шунгитовых почв было установлено незначительное накопление РЗЭ, вероятно, в связи с низким содержанием глинистых минералов и высокой кислотностью почв. Накопление РЗЭ, вероятно, происходит за счет образования органо-металлических комплексов или абсорбции на органическом веществе почв.

Список литературы

1. Водяницкий, Ю. Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах // Ю. Н. Водяницкий. - М.: ГНУ Почвенный институт им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2009. - 95 с.
2. Дабах, Е. В. Редкоземельные элементы в почвах природных и техногенных ландшафтов Кировской области / Е. В. Дабах // Теоретическая и прикладная экология. - 2016. - № 3. - С. 56–67.
3. Кикеева, А.В. Редкоземельные элементы в шунгитовых почвах: содержание, распределение и особенности микоризообразования /А.В.Кикеева, С.Ю.Чаженина, Е.А.Чаженина// Принципы экологии. - 2019. - Т. 8. № 1 (31). - С. 32-46.
4. Красильников, П. В.Шоба С. А. Сульфатнокислые почвы Восточной Фенноскандии / П. В. Красильников, С. А. Шоба- Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. - 1997. - 160 с.
5. Морозова, Р. М. Лесные почвы Карелии /Р. М.Морозова. - Л.: Наука. - 1991. - 184 с.
6. Переломов, Л. В. Содержание редкоземельных элементов в почвах Приокско-Террасного биосферного заповедника / Л. В.Переломов, Ж. С.Асаинова, С.Йошида, И. В. Иванов // Почвоведение. - 2012. - № 10.- С. 1115–1126.
7. Почвы Карелии / Под ред. И. П. Лазарева. Петрозаводск: Карелия, 1981. 192 с.
8. Ромашкин, А. Е. Геохимия редкоземельных элементов углеродсодержащих пород заонежской свиты Онежской структуры / А. Е.Ромашкин, Д. В.Рычанчик, А. И. Голубев// Геология и полезные ископаемые Карелии. - 2014. - № 14. - С. 163–177.
9. Федорец, Н. Г. Почвы Карелии. Геохимический атлас / Н. Г.Федорец, О. Н.Бахмет, А. Н.Солодовников, А. К. Морозов. - М.: Наука. - 2008. - 47 с.
10. Федорец, Н. Г. Почвы и почвенный покров Заонежья / Н. Г.Федорец, Р. М.Морозова, О. Н.Бахмет, Ю. Н. Ткаченко //Экологические проблемы освоения месторождения Средняя Падма / Под ред. Е. П. Иешко. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. - 2005. - С. 20–34.
11. Филиппов, М. М. Шунгитоносные породы Онежской структуры /М. М. Филиппов. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. - 2002. - 280 с.
12. Arvela, P. Effect of praseodymium on drug metabolism in rat liver smooth endoplasmic reticulum /P. Arvela, B. VonLehmann, O. Grajewski, E. Oberdisse // Experientia. - 1980. - Vol. 36. - P. 860–861.
13. Hu, Z. Physiological and Biochemical Effects of Rare Earth Elements on Plants and Their Agricultural Significance: A Review /Z. Hu, H. Richter, G. Sparovek, E. Schnug // Journal of Plant Nutrition. - 2004. - Vol. 27 (1). - P. 183–220.
14. Ketris, M. P. Estimations of Clarkes for Carbonaceous biolithes: World averages for trace element contents in black shales and coals /M. P. Ketris, Ya. E. Yudovich // Inter. J. Coal Geology. - 2009. - Vol. 78. - P. 135–148.
15. Sadeghi, M. Ce, La and Y concentrations in agricultural and grazing-land soils of Europe /M. Sadeghi, P. Petrosino, A. Ladenberger et al. // J. Geochem. Expl. - 2013. - Vol. 133. - P. 202–213.
16. Sholkovitz, E. R. The aquatic chemistry of rare earth elements in rivers and estuaries / E. R. // Sholkovitz Aquat. Geochem. - 1995. - Vol. 1. - P. 1–34.
17. Zhu, W. F. Investigation on liver function among population in high background of rare earth area in South China /W. F. Zhu, S. Q. Xu, P. P. Shao et al. // Biol. Trace Elem. Res. - 2005. - Vol. 104. - P. 1–7.

RARE-EARTH ELEMENTS IN THE SYSTEM "SHUNGITE ROCK-SOIL": FEATURES OF DISTRIBUTION AND ACCUMULATION IN NATURAL AND TECHNOGENIC LANDSCAPES (ZAONEZHJE, REPUBLIC OF KARELIA)

A. V. Kikeeva¹, avkikeeva@mail.ru; S. Y. Chazhengina² chazhengina@mail.ru

¹ Forest Research Institute, ² Institute of Geology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Republic Of Karelia, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of studying the content of rare earth elements (REE) in soils formed on the shungite rocks of the Zaonezhye (Karelia) natural and technogenic landscapes. The topological similarity in the nature of REE distribution in shungite rocks and soils, which is manifested in the predominance of light REE over heavy ($\sum\text{LREE} / \sum\text{HREE} = 5-7$) and the presence of a negative European anomaly, is established. There is a weak accumulation of REE in the soil, the intensity of which depends on the content of organic matter and soil acidity. The average total contents of REE in soils of natural landscapes is 57 mg/kg, induced – 78 mg/kg. REE Content in shungite soils kerkovich below the world average values.

Key words: rare earth elements, shungite rocks and soils, natural and man-made landscapes

УДК 550.43

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРКОВ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Подольская Р.А., Курышев А.А., podolskaja.regina@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», г.Воронеж, Россия

Аннотация: В статье рассматривается типовая структура промышленных парков в России и основные направления их развития. В пределах промышленных парков выделены основные отрасли производства характерные для них виды загрязнения окружающей среды. Обоснована необходимость создания системы эколого-геологического менеджмента для подобных объектов.

Summary: In article the industrial parks standard structure and the main directions of their development are considered. Within industrial parks productions primary branches and environmental pollution types are allocated. Need of ekologo-geological management system creation for similar objects is proved.

Ключевые слова: промышленный парк, промышленность, окружающая среда, источник загрязнения, эколого-геологические условия, эколого-геологический менеджмент.

Keywords: industrial park, industry, environment, source of pollution, ecological and geological conditions, ecological and geological management.

Промышленный парк – это специально организованная территория для размещения новых производств. Эта территория обеспечена энергоносителями, различной инфраструктурой и всеми необходимыми административно-правовыми условиями. Все это находится под управлением специализированной компании.

Промышленным парком является промышленная площадка, на которой ведут свою деятельность несколько независимых предприятий. Эти предприятия могут относиться как к одной, так и к различным отраслям производства, но они имеют общие цепочки создания добавленной стоимости и делят совместную инфраструктуру парка, а также услуги, предоставляемые общественной или частной управляющей компанией [6].

Промышленные или промышленные парки - это ещё и управляемый единым оператором специализированный комплекс целого ряда объектов недвижимости, где значится прежде всего земельный участок, затем производственные, административные, складские и прочие сооружения и помещения. Помимо этого, на всей территории промышленного парка должна быть хорошо налажена транспортная и инженерная инфраструктура.

Для успешной деятельности промышленного парка, в первую очередь, необходимы такие составляющие, как:

- обилие трудовых ресурсов;
- географически близки к рынку сбыта;
- транспортная доступность.

Также, должна быть хорошо развита инженерная инфраструктура.

Существует два основных типа индустриальных парков:

- greenfield (впервые застраиваемые);
- brownfield (территория бывшего крупного завода, которая полностью или частично используется для размещения других производств).

Промышленные территории могут делиться по формам собственности:

- частные;
- государственные;
- смешанные (государственно-частное партнерство).

Резиденты должны иметь возможность упрощенного порядка прохождения разрешительных и административных процедур. Помещения под производство должны быть предельно приспособлены и современно оборудованы. Жилье для сотрудников и социальная инфраструктура должны быть близко расположены. Промышленная зона обычно имеет возможность диверсификации или расширения производства. В работе успешного индустриального парка задействуются самые передовые инженерные решения.

На сегодняшний день на территории России находится более 100 инженерно-подготовленных и действующих индустриальных парков, в т.ч. особых экономических зон (ОЭЗ). В состоянии проектирования и строительства находятся более 50 промпарков (рис.1) [2].

Согласно ФЗ №116-ФЗ «Об особых экономических зонах в РФ», особая экономическая зона (ОЭЗ) – это определяемая Правительством Российской Федерации часть территории, на которой действует особый режим осуществления предпринимательской деятельности, а также может применяться таможенная процедура свободной таможенной зоны.

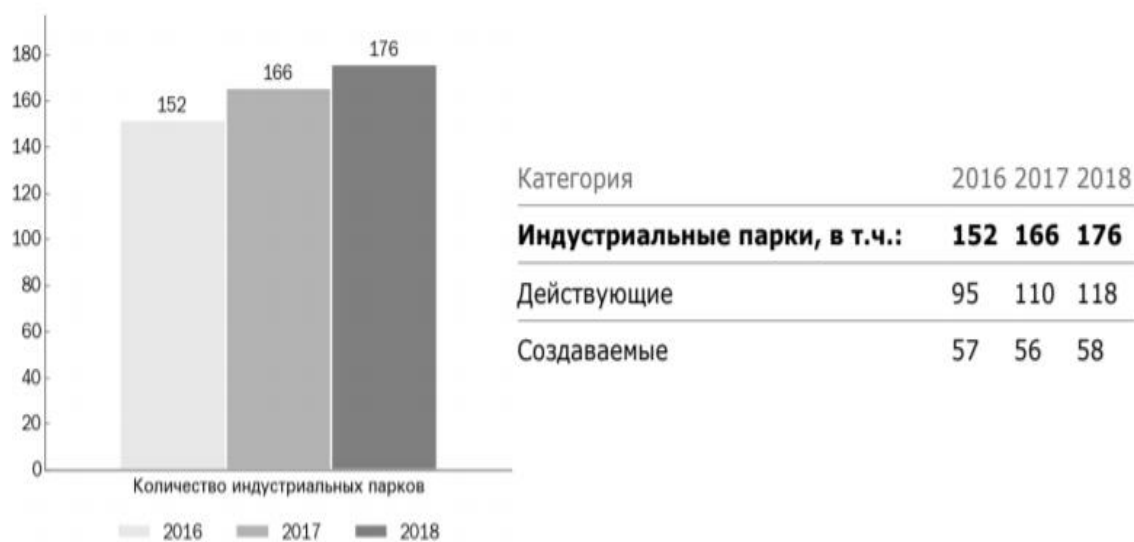


Рис.1 – Динамика количества индустриальных парков России.

Среди действующих и создаваемых парков 41% являются государственными проектами, 58% - частными и 1% имеют смешанную форму собственности.

В географическом распределении индустриальных парков лидерство принадлежит Центральному федеральному округу, на втором месте – Приволжский федеральный округ, на третьем – Северо-западный ФО. Четвертое место занимает Сибирский федеральный округ [1].

С начала 2013 года общее число регионов, в которых создаются промышленные парки, возросло приблизительно в 1,5 раза, а число резидентов увеличилось больше чем в 2 раза. Лидерами среди регионов являются Московская, Калужская, Ленинградская, Ульяновская области, а также Республика Татарстан.

Общая площадь действующих индустриальных парков увеличилась почти в 1,5 раза [1].

В настоящее время в России имеется три преобладающих направления отраслевых промпарков: химическая промышленность, строительство и автопром.

Таблица 1.

Число действующих и создаваемых индустриальных парков

Категория	Действует	Создается
Индустриальные парки, в т.ч.	118	58
Центральный ФО	50	25
Приволжский ФО	36	12
Северо-Западный ФО	8	8
Сибирский ФО	9	2
Уральский ФО	7	4
Северо-Кавказский ФО	5	3
Южный ФО	1	3
Дальневосточный ФО	2	1

Индустриальный парк «Масловский» специализируется на машиностроении и металлообработке. Его площадь составляет 598 га. Количество резидентов на настоящий момент – 15. Тип площадки индустриального парка – greenfield. Имеет государственную форму собственности. В рейтинге инвестиционной привлекательности индустриальных парков и ОЭЗ России занимает 37 место [5;6].

Несмотря на экономическую перспективу, создание промпарков имеет негативные стороны, которые затрагивают качество окружающей среды. В результате работы машиностроительных, металлургических, химических и других производств, в атмосферу выделяется углекислый и сернистые газы, а также зола. Эти элементы загрязняют атмосферу, почву, воду и оказывают влияние на флору и фауну.

Машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность способна загрязнять природную среду такими химическими элементами, как никель, кадмий, свинец, хром, цинк, ртуть и др. Перечисленные вещества относятся к 1 и 2 классу опасности, что говорит о риске серьезного загрязнения компонентов окружающей среды. В случае допущения такой негативной ситуации нужен обязательный контроль экологического состояния природной среды [4].

Таблица 2.

Перечень источников загрязнения и химических элементов, накопление которых возможно в почве

Промышленность	Объекты производства	Химические элементы	
		Приоритетный	Сопутствующий
1	2	3	4
Машиностроение и металлообработка	Предприятия с термической обработкой металлов (без литейных цехов)	Свинец, цинк	Никель, ртуть, хром, олово, медь
	Производство аккумуляторов, производство приборов для электротехнической и электронной промышленности	Свинец, кадмий, никель	Сурьма, свинец, цинк, висмут
Химическая промышленность	Производство суперфосфатных удобрений	Цинк, стронций, фтор, барий	Редкие земли, хром, медь, мышьяк, иттрий
	Производство пластмасс	Сернистые соединения	Медь, цинк, серебро

Последние несколько лет тема создания специализированных промышленных площадок (индустриальных парков) является очень актуальной. Формирование промпарков — одно из ба-

зовых условий улучшения инвестиционного климата и привлечения капитала. Есть предположения, что территории с компактным размещением предприятий могут стать точками роста региональной и национальной экономики. Но, не смотря, на выгодную экономическую сторону, расположение различных производств в одном месте усиливает трансформацию эколого-геологических условий. Очевидно, что для подобных объектов необходимо разрабатывать научно обоснованные системы эколого-геологического менеджмента[3].

Список литературы

1. Ассоциация индустриальных парков. Отраслевой обзор «Индустриальные парки России». Выпуск пятый 2017. – Москва, 2017. – 88 с.
2. МинПромТорг России. Сводная статистическая информация геоинформационной системы по индустриальным паркам. – 6 с.
3. Эколого-гидрогеологическое прогнозирование и моделирование: учебное пособие / сост. В.С. Стародубцев. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2014. – 116 с.
4. "МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания" (утв. Минздравом РФ 07.02.1999).
5. Рейтинг инвестиционной привлекательности индустриальных парков и особых экономических зон – 2017.[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.acexpert.ru/analytics/ratings/rejting-industrialnih-parkov-i-oez---2017.html>. (дата обращения: 11.10.2018)
6. Индустриальный парк «Масловский» – 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.innoros.ru/infrastruktura/industrialnye-parki/maslovskii>. (дата обращения: 17.10.2018).

УДК 504.054

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Н.А. Ларионова, nin.larionowa@yandex.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

N.A.LarionovaLomonosovMoscowStateUniversity, Moscow, Russia

Аннотация. В статье приведены результаты по загрязнению почв и подземных вод промышленными предприятиями и накопителями отходов. Складирование и длительное хранение промышленных отходов способствует поступлению загрязняющих веществ в почвы и подземные воды, их загрязнению и изменению состава и свойств. В результате газопылевых выбросов предприятий, инфильтрации техногенных растворов и поверхностных стоков с отвалов в почвы и подземные воды поступают тяжелые металлы и радиоактивные элементы. Наибольшие концентрации загрязняющих веществ в почвах и подземных водах отмечены на промышленных площадках и участках, расположенных в зоне воздействия техногенных источников.

Ключевые слова: накопители промышленных отходов; загрязнение почв и подземных вод; тяжелые металлы, радиоактивные элементы

Основными источниками загрязнения всех компонентов окружающей среды по-прежнему остаются промышленные предприятия. Существенный вклад при этом вносят предприятия топливно-энергетического комплекса и химической промышленности. Тепловые станции (ТЭС, ГРЭС, ТЭЦ), сжигающие твердое топливо (каменные и бурые угли, сланцы) являются стационарными источниками техногенного воздействия на окружающую среду. Их техногенное воздействие на окружающую среду связано с газопылевыми выбросами и поступлением загрязняющих веществ в атмосферу, почвы, поверхностные и подземные воды. В продуктах сгорания содержатся летучая зола; частички несгоревшего топлива; серный и сернистый ангид-

рит; оксиды углерода и азота; углеводороды; фенол и тяжелые металлы. На долю пылеватых частиц приходится около 31%, диоксида серы – 42%, окислов азота – 24%. Выброс твердых частиц при сжигании бурых углей почти в 2 раза выше, чем при сжигании каменных углей. При сжигании 1 млн. т угля с зольностью 20% ежегодно в атмосферу выбрасывается 4-12 тыс. т твердых мелких частиц, обогащенных микроэлементами Ni, Cu, Ag, Ge, Pb, Cr, Mo, Zn, Co, Cd, As.

Вынос дымовых газов и высокодисперсной золы способствует поступлению в атмосферу радиоактивных элементов. Так, в выбросах от Назаровской ГРЭС содержатся в среднем 90% U, 76% Th и 60-88% Ra от их исходной концентрации. В результате деятельности ТЭС вокруг нее образовалась зона повышенных концентраций ЕРН, в которой произошло увеличение концентраций ЕРН для верхнего слоя почвы (3 см) на порядок [1].

Концентрация ЕРН в факеле станции составляет: радия – до 50 мкБк/м³, тория – до 10 мкБк/м³ и урана – до 100 мкБк/м³ при фоне 1 мкБк в 1 м³ воздуха. Суммарный выброс радионуклидов на угольных электростанциях, в среднем, составляет около 1,33·10⁻¹⁰ Бк на 1 ГВт·ч. При неблагоприятных метеорологических условиях и среднегодовой скорости ветра, максимальные концентрации радионуклидов в приземном слое воздуха могут быть обнаружены на расстоянии 4-5 км от работающей ТЭЦ. Годовые выпадения на поверхность земли для данной территории в черте города составят: при северо-восточном ветре, Бк/м²/год: ⁴⁰K – 0,54·10⁻⁵; ²²⁶Ra – 0,06·10⁻⁵; ²³²Th – 0,07·10⁻⁵; при юго-восточном ветре, Бк/м²/год: ⁴⁰K – 0,41·10⁻⁵; ²²⁶Ra – 0,04·10⁻⁵; ²³²Th – 0,06·10⁻⁵ [7].

С газопылевыми выбросами промышленных предприятий загрязняющие вещества из атмосферы в виде аэрозолей перемещаются воздушными потоками на значительные расстояния и, в последствие, осаждаются и поступают на поверхность земли, загрязняя почвы. На участке, расположенном в непосредственной близости от станции, в зоне наибольшего воздействия протяженностью 1,5 км накопление твердого вещества может составлять 150-200 т/км², а на расстоянии 30-35 км от нее на равнинной территории отмечается значительное его снижение – до 8-12 т/км². Элементы высокого содержания в выбросах образуют зоны повышенной концентрации в почвах. К таким элементам относятся: Ca, Sr, Fe, Mn, Cd, Ba, S, Co, Ni, Cu. При этом концентрации Ca, Sr, Fe, S превышают фоновые показатели в 4-5 раз; Mn, Ba, Co – в 2 раза; а Ni, Cu и V – в 1,5 раза [1].

В почвах зоны наибольшего техногенного воздействия Назаровской ГРЭС отмечается повышенное содержание химических элементов: Ca, Fe, Mg, Mn, Sr, Ba, Cd. Распределение элементов по почвенному профилю имеет вид убывающей кривой с максимумом их концентрации в верхней части дернового горизонта. Учитывая особенности образующихся зол на ГРЭС, главная роль в исследованных техногенных ландшафтах принадлежит кальцию, запасы которого в зоне сильного воздействия превышают 2000-2500 т/км². В них также отмечено повышенное содержание железа – 1200-1800 т/км²; магния – 700-800 т/км²; марганца – 50-60 т/км²; стронция – 30-35 т/км²; бария – 35-40 т/км²; кадмия – 0,4-0,5 т/км² (табл. 1).

Таблица 1

Содержание химических элементов в серых лесных почвах [1]

Показатель	Микроэлементы, п·10 ⁻³ , %											
	Ti	Mn	Sr	Ba	Cu	Ni	Co	Pb	Cr	Zn	V	
Зона техногенного воздействия												
наибольшего	480	190	110	131	2,5	5,5	2,2	1,3	7,7	8,9	9,8	
слабого	390	140	71	100	2,0	4,5	1,6	1,6	7,5	8,7	6,2	
Контроль	460	110	30	70	1,5	3,5	1,1	1,8	11,0	6,2	6,2	

К стационарным источникам загрязнения окружающей среды относятся не только сами тепловые станции, но и накопители промышленных отходов – золоотвалы, где складированы золошлаковые материалы, объемы которых превышают 1 млн. т в год. В связи с этим, для складирования больших объемов ЗШО требуется увеличение площади золоотвалов, а чем больше площадь накопителя, тем больше площадь загрязненных почв. Техногенное воздей-

ствие золоотвалов проявляется вследствие пыления золошлаковых отложений и поступления твердых частиц на поверхность земли. С поверхности золоотвала происходит вынос пылеватых частиц (неорганическая пыль 70-20% SiO₂) в количестве 1140,45 г/с. Удельная сдуваемость частиц составляет 0,113 г/м²с. Их приземные концентрации на расстоянии 200 м от золоотвала могут составлять 23,1 мг/м³, а на расстоянии 1000 м – 0,16 мг/м³.

На примере Хабаровской ТЭЦ-3 отмечено изменение содержания загрязняющих веществ в почвах в зависимости от расстояния от золоотвала и глубины почвенного слоя (табл. 2).

Таблица 2

Изменение валового содержания компонентов в почве [8]

Химические загрязнители	Содержание загрязняющих элементов, мг/кг			
	Расстояние от золоотвала, м			
	100 м от золоотвала		500 м от золоотвала	
	Глубина отбора проб, см			
	0,0 – 20 см	21 – 40 см	0,0 – 20 см	21 – 40 см
Свинец	21,2–82,85	7,65–84,85	18,27	13,24
Никель	1,25–52,18	н.д.	0,83–21,89	21,89
Мышьяк	0,21–2,92	0,37–2,80	н.д.	н.д.
Цинк	2,12–74,80	н.д.	8,54–13,91	13,91
Кадмий	0,10–2,65	0,32–3,35	н.д.	н.д.
Медь	1,80–46,27	1,45–43,08	17,47–37,08	37,08

Из таблицы видно, что содержание свинца, цинка, меди и никеля в почве на расстоянии 500 м значительно ниже, чем на участках, расположенных ближе к золоотвалу (на расстоянии 100 м). Повышенные концентрации металлов в зоне максимального воздействия тепловой станции прослеживаются в верхнем горизонте почв, так как основная масса твердых аэрозолей накапливается в верхнем (0-10 см) почвенном слое. Кроме того их накоплению способствует присутствие органических веществ, отличающихся высокой сорбционной способностью.

Наряду с этим в почве в зоне влияния золоотвала содержатся радионуклиды: ⁴⁰K, ²²⁶Ra и торий ²³²Th. Удельная активность естественных радионуклидов в точках отбора проб колеблется в широких пределах: ⁴⁰K от 173,1 до 908,0 Бк/кг, ²²⁶Ra – от 21,49 до 57,4 Бк/кг и ²³²Th – от 18,3 до 69,3 Бк/кг. Сравнение содержания радионуклидов в почвах в зоне влияния золоотвала и в почвах сельскохозяйственного назначения (взяты за фоновые значения) показало, что их средние величины в зоне влияния ЗШО выше: ⁴⁰K – в 1,2, ²²⁶Ra – 1,6 и ²³²Th – 2,1 раза [8].

При инфильтрации техногенных вод из золоотвалов тепловых станций, сжигающих угли Канско-Ачинского бассейна, и поступлении их в подстилающие грунты и подземные воды, уровень загрязнения по Вamожет составлять 2-3 ПДК, по Sr – до 0,2-0,3 ПДК. Кроме металлов подземные воды загрязняются и фенолом (в среднем до 32-36 ПДК) [2]. Техногенные стоки из золоотвалов поступают в подземные воды, изменяя их состав и свойства: повышается их минерализация и жесткость, увеличивается содержание хлора, сульфатов (в 1,5-3,0 раза) и микроэлементов.

На промплощадке грунтоведения отличались повышенным содержанием Fe (до 7,4 ПДК), Mn (до 7,7 ПДК) и нефтепродуктов (1,7-4,3 ПДК). На золоотвалах Ново-Зиминской ТЭЦ и Зиминского участка ТЭЦ отмечалось загрязнение подземных вод Fe (17,23 ПДК), В (до 5,1 ПДК), Mn (3,3 ПДК) и фторидами (1,15 ПДК). В районе золоотвала ТЭЦ-11 в подземных водах определено присутствие в повышенных концентрациях: бора (до 7,0 ПДК), фторидов (до 3,62 ПДК), марганца (до 28,64 ПДК) и нефтепродуктов (до 10 ПДК)[3] (табл. 3).

В зоне влияния золоотвала Ново-Иркутской ТЭЦ прослеживается устойчивое загрязнение грунтовых вод Li, Mn, Bi Fe. В 2014 г. содержание лития в воде составило 3 ПДК. Отмечено снижение концентрации бора и железа соответственно с 25 до 10 ПДК и с 70 до 18 ПДК. Содержание фторидов не превышало 3 ПДК, алюминия – 4 ПДК. Зафиксировано увеличение содержания марганца от 12,0 до 27,5 ПДК. Не превышали допустимых норм V, Cu, Al, Си фториды. В зоне влияния золоотвала Шелеховского участка Ново-Иркутской ТЭЦ загрязнение грунтовых вод связано с повышенным содержанием В (1,4-9,7 ПДК), Mn (16-2,52 ПДК), фторидов

(1,52-17 ПДК), сульфатов и нефтепродуктов (1,3-2,3 ПДК). На пром-площадке Усть-Илимской ТЭЦ (ОАО “Иркутскэнерго”) в подземных водах обнаружены в повышенных концентрациях Fe (4,17 ПДК), Mn (7,4-17,7 ПДК) и нефтепродуктов (2-8,4 ПДК). В 2014 году на участках золоотвалов ТЭЦ-6; ТЭЦ-7 в грунтовых водах в отдельных случаях отмечалось присутствие Li (до 5,67 ПДК) и Sr (1,19-1,71 ПДК), на промплощадках – нефтепродуктов (до 4,5 ПДК) и фторидов (1,07 ПДК) [3].

Таблица 3

Загрязнение подземных вод в районе воздействия золоотвалов ОАО “Иркутскэнерго” [3]

№ золоотвалов	Загрязняющие вещества (ПДК)				
	В	Фториды	Mn	Нефтепродукты	Fe
1	1,5-5 ПДК	до 4,5 ПДК	до 30 ПДК	н. д.	н. д.
2	до 7 ПДК	до 3,62 ПДК	до 28,64 ПДК	до 10 ПДК	н. д.
3	до 5,1 ПДК	до 1,15 ПДК	до 3,3 ПДК	до 1,7-4,3 ПДК	до 17,23 ПДК
4	до 10 ПДК	н. д.	до 27,5 ПДК	н. д.	до 18 ПДК
5	1,4-9,7 ПДК	1,52-17 ПДК	1,6-2,52 ПДК	1,3-2,3 ПДК	2 ПДК

Примечание: 1 – ТЭЦ-9; ТЭЦ-10; 2 – ТЭЦ-11; 3 – Ново-Зиминская ТЭЦ; 4 – Ново-Иркутская ТЭЦ; 5 – Ново-Иркутская ТЭЦ Шелеховский участок

Предприятия химической промышленности также являются крупными источниками техногенного воздействия на окружающую среду. В газовых выбросах и сточных водах ряда производств присутствуют специфические загрязнители, характерные только для химической промышленности. Определенный вклад в загрязнение почв и подземных вод вносят предприятия по производству экстракционной фосфорной и серной кислот, различных сложных фосфорных и комплексных удобрений (суперфосфат, аммофос, нитроаммофоск, аммофосфат и др.). Количество и состав газовой фазы зависят от технологии обработки фосфатного сырья. В составе газовой фазы присутствуют фтористые соединения в виде HF и SiF₄. В районах воздействия предприятий по получению фосфорной кислоты и фосфатных удобрений, хранилищ промышленных отходов (отвалы фосфогипса) окружающая среда загрязняется S, F, As и тяжелыми металлами. Промышленный отход этих производств – фосфогипс складывается в отвалы, которые занимают большие площади и являются стационарными источниками загрязнения окружающей среды. В результате пыления отвалов и поверхностных стоков загрязняющие вещества поступают в почвы и подземные воды. В пыли, поднимающейся над отвалами, содержится в среднем до 10 г фтора на 1 т фосфогипса (радиус распространения пыли до 1,5 км). Примерно 10% фтора вымывается осадками [5].

Количество загрязняющих веществ в почвах меняется в зависимости от места их нахождения от источника воздействия. Подземная инфильтрация и поверхностный сток с отвалов фосфогипса являются основным, постоянно действующим источником загрязнения почв, поверхностных и подземных вод, преимущественно сульфатами и фосфатами.

Наиболее загрязненные почвы расположены под отвалами или на участках непосредственно примыкающих к ним (т.1). Повышенное содержание сульфатов и хлора отмечается в почвах, подверженных периодическому воздействию поверхностных стоков с отвалов (т.3) (табл. 4).

Сточные воды, обогащенные фтором, аммиаком и сульфатами, инфильтруются через подстилающие отвал породы и поступают в подземные воды, загрязняя их. На территории старых отвалов в грунтовых водах накапливаются сульфаты, а на месте новых отвалов – также фосфаты и фтор. В грунтовом водоносном горизонте (глубина залегания 0,1-9,4 м) под отвалами фосфогипса и цехами завода сформировалась единая зона загрязнения площадью около 600 га. Минерализация грунтовых вод составляла 8,30-31,50 г/л. Содержание в них сульфат иона достигает 5,4-7,2 г/л; фосфатов – 13,20 г/л; фтора – 38,0 мг/л [6].

На площадке складирования фосфогипса выявлено загрязнение грунтовых вод четвертичного ВК и напорных вод верхнепермского ВК. Среди загрязняющих веществ в подземных водах присутствуют: Cd до 1,5 ПДК; Ni – 1,2-2,45 ПДК; Pb – 5,0 ПДК; Mn – 16,6-43,4 ПДК; Fe – 75-76

ПДК; Zn – 2,2-8,6 ПДК; Mg – 1,9-3,1 ПДК. Кроме металлов воды загрязнены аммонием – 2,3-17,7 ПДК и сульфатами – 1,3-7,4 ПДК. Отмечена их повышенная минерализация. Сухой остаток составлял до 5,6 ПДК; жесткость – до 4,4 ПДК; окисляемость – до 11,8 ПДК. В 2011 г. наблюдались превышения ПДК по нефтепродуктам (3,8 ПДК) и железу (141 ПДК). В ПВ верхнепермского ВК в 2011 г. зафиксированы превышения ПДК по нефтепродуктам 5,4 ПДК, жесткости 3,7 ПДК и сухому остатку 1,8 ПДК [4].

Таблица 4

Содержание компонентов в почве в зоне влияния отвалов фосфогипса г. Гомеля [9]

Показатели и компоненты	Почвы нелесных территорий			
	г.1	г.2	г.3	г.4
	Направление и расстояние от условного центра отвалов			
	З:270°, 800 м	СВ:65°, 680 м	СЗ:296°, 1050 м	СЗ:300°, 1250 м
рН	5,32	5,60	5,34	5,8
Сухой остаток, мг/дм ³	1348,2	58	1579,3	302
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	779,2	15,9	946,9	137,7
PO ₄ ³⁻ , мг-(P)/дм ³	1,34	1,28	1,62	2,6
Cl, мг/дм ³	4,7	3,3	9,1	5,3
NH ₄ ⁺ , мг(N)/дм ³	0,97	0,96	1,76	0,94

Исследованиями установлено, что высокими концентрациями загрязняющих веществ отличались подземные воды промплощадки ОАО “Аммофос”, на которой размещены цеха по производству серной и фосфорной кислот, фосфорно-калийных удобрений, а также склады выпускаемой продукции. Грунтовые воды четвертичного ВК загрязнены: мышьяком – 3,6 ПДК (1993 г.), кадмием – 1,3-13 ПДК, свинцом – 3,7 ПДК, нитритами – 19,3- 37,1 ПДК (2000 г.), фторидами – 2,4 ПДК (2005 г.); марганцем – 32,5 ПДК и магнием – 18,2 ПДК (2000 г.); хлоридами – 2,6 ПДК и сульфатами – 1,9-2,8 ПДК (2005 г.). Их сухой остаток составлял 3,1-7,4 ПДК; жесткость – 35 ПДК и окисляемость 4,1-6,9 ПДК (2000 г.). Несколько меньшие концентрации загрязнителей отмечены в напорных водах верхнепермского комплекса. В них присутствовали: мышьяк – 1,6 ПДК (1996 г.); кадмий – 3 ПДК и никель – 1,1 ПДК (2005 г.), свинец – 2,9 ПДК (2000 г.). Их жесткость составляла – 16,1 ПДК, окисляемость – 1,3 ПДК, нефтепродукты 1,5 ПДК (1999, 2000г г.) [4].

Таким образом, на загрязнение почв и подземных вод оказывают влияние предприятия энергетического комплекса и химической промышленности за счет газопылевых выбросов. Свой вклад в этот процесс вносят и накопители промышленных отходов в виде золоотвалов и отвалов фосфогипса. За счет пыления, инфильтрации техногенных вод, поверхностных стоков с отвалов в почвы и подземные воды поступает большое количество загрязняющих веществ, в том числе тяжелые металлы и радиоактивные элементы. Интенсивность воздействия этих стационарных источников зависит от многих факторов: мощности предприятий, вида и качества используемого сырья, применяемой технологии, метеорологических условий, объемов образующихся отходов, занимаемой ими площади и др. Концентрации накапливаемых загрязнителей в почвах и подземных водах зависят от места удаленности от источника воздействия. Наибольшему загрязнению почвы и подземные воды подвергаются в зоне влияния предприятий, цехов с мокрым производством, накопителей промышленных отходов.

Список литературы

1. Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. Техногенез и трансформация ландшафтов. – Новосибирск: Наука. Сибирское отд. 1987. –189 с.
2. Гаврилин К.В., Озерский А.Ю. Канско-Ачинский угольный бассейн. – М.: Недра, 1996. – 272 с.
3. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2014 году”. – Иркутск.: Форвард, 2015. – 328 с.
4. Загрязнение подземных вод Вологодской области/Государственный мониторинг состояния недр. Северо-Западный филиал Федерального государственного унитарного научно-

производственного предприятия “Российский федеральный геологический фонд”. <http://sevzapnedra.nw.ru/GMCN/SF/Vologodskaja/VOL35.htm>

5. Иваницкий В.В. и др. Фосфогипс и его использование. – М.: Химия. 1990. – 221 с.
6. Лысухо Н.А., Ерошина Д.М. Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду. – Минск.: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. – 210 с.
7. Мауричева Т.С. Количественная оценка поступления радионуклидов в окружающую среду при работе угольных ТЭЦ (на примере ТЭЦ-1 г. Северодвинска) // Автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд. геол.- мин. наук. – М.: 2007. – 24 с.
8. Черенцова А.А. Оценка влияния золоотвала Хабаровской ТЭЦ-3 на компоненты окружающей среды // Электронное научное издание “Ученые заметки “. ТОГУ, 2012, т. 3, № 1. – 29-42 с.
9. Шершнёв О.В. Оценка воздействия отходов фосфогипса на компоненты окружающей среды / Экологический вестник, 2016, № 2 (36). – С. 97-103.

IMPACT OF INDUSTRIAL WASTE ON SOIL AND GROUNDWATER POLLUTION

*N.A. Larionovae-mail: nin.larionowa@yandex.ru
LomonosovMoscowStateUniversity, Moscow, Russia*

Abstract. The article presents the results on soil and groundwater pollution by industrial enterprises and waste accumulators. Storage and long-term storage of industrial waste contributes to the flow of pollutants into the soil and groundwater, their pollution and changes in the composition and properties. As a result of gas and dust emissions from enterprises, infiltration of technogenic solutions and surface run-off from dumps, heavy metals and radioactive elements enter the soil and groundwater. The highest concentrations of pollutants in soils and groundwater were observed at industrial sites and sites located in the zone of impact of man-made sources.

Keywords: industrial waste storage facilities; soil and groundwater pollution; heavy metals, radioactive elements

УДК 504; 574

БИОДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ

*Морозов А.В.¹, Садов С.С.¹, Григорьева И.Ю.¹, Федосеева Е.В.²
ikagrif@inbox.ru; morozov8pro@yandex.ru*

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии, Москва, Россия

²Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Педиатрический факультет, кафедра биологии им. акад. В.Н.Ярыгина, Москва, Россия

Аннотация. Приведены результаты биодиагностики (экотоксикологических биотестов) уровня и состава загрязнения в песчаных грунтах, выполненной с использованием различных тест-организмов. Показано существенное влияние на оценку экологических последствий загрязнения грунтовых систем как чувствительности и видовой принадлежности применяемых тест-организмов, так и методик проводимых экспериментов. Сделан вывод об обязательном расширении на сегодняшний день спектра применяемых организмов при проведении биодиагностики вообще, и необходимости тестирования загрязнённых грунтов с применением методик, предполагающих непосредственный контакт тест-организмов с грунтом.

Ключевые слова: углеводородное загрязнение, песчаные грунты, тест-организмы, эко-токсикологические исследования.

Введение. С развитием промышленности, сельского хозяйства и автомобилестроения интенсивность загрязнения токсичными веществами сильно возросла по сравнению с началом двадцатого века. К примеру, с неуклонным ростом автотранспорта на территории городов увеличивается число заправочных станций и обслуживающих пунктов, а это, в свою очередь, повышает вероятность возникновения разливов дизельного топлива и создает пожаро- и экологически опасную ситуацию, как в черте города, так и за ее пределами [5]. Активное использование противогололедных реагентов в пределах городских территорий, применение различных буровых растворов и поднятие минерализованных вод на территориях нефтепромыслов привело к хлоридно-натриевому загрязнению, что в свою очередь, так же оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду, в частности на почвенные покровы и подстилающие грунты. Поэтому в настоящий момент для предотвращения загрязнения грунтов, а также определения класса опасности таких грунтов в целях их последующей возможной утилизации или захоронения, необходимо проведение эколого-геологических, и в первую очередь, экотоксикологических исследований. Именно эти исследования позволяют проводить биодиагностику загрязнённых систем и давать прогноз экологических последствий различного состава и уровня загрязнений. Для оценки степени загрязнения грунтов, в при экотоксикологических исследованиях используют множество тест-культур и тест-организмов. На данный момент на территории Российской Федерации согласно Приказу № 536 [3] в основу экотоксикологических исследований при оценке класса опасности грунтов-отходов положена кратность разведения водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует. В соответствии с данным документом рекомендуется использование всего одного вида гидробионтов для анализа токсичности загрязнителя и степени опасности грунта-отхода. При этом не учитывается момент, что каждый вид гидробионтов имеет свои биологические особенности, которые могут так или иначе повлиять на итоговый результат теста [1, 4]. Это обстоятельство является серьезным недостатком существующего подхода к биодиагностике грунтовых систем. В связи с чем была поставлена цель оценки экологических последствий углеводородного загрязнения грунтов с применением различных тест-организмов.

Материалы и методы исследования. Экспериментальные исследования проводились в аккредитованной Лаборатории экотоксикологического анализа почв (ЛЭТАП) МГУ имени М.В. Ломоносова. Поскольку биотестирование априори не позволяет ответить на вопрос, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-организмов, то была решена обратная задача: по известным сочетаниям в грунтах загрязняющих веществ фиксировалась реакция живых существ. Для этих целей были выбраны относительно простые по химико-минеральному составу кварцевые мелкие пески Люберецкого песчаного месторождения, расположенного в 5 км к югу от железнодорожной станции Люберцы у подмосковного города Дзержинский. Это одно из крупнейших в России месторождений высококачественных кварцевых песков. Мощность вскрышных пород составляет от 0,3 до 22,6 м, обычно 5-8 м. Кварцевые пески Подмоскovie образуются в прибрежных зонах древних морей и встречаются в основном в отложениях нижнего мела (K_1). Глубина отбора используемого в исследованиях песка составляла 2-2,5 м. Загрязняющими веществами выступали зимнее дизельное топливо в концентрациях 30 и 50 г/кг (соответственно 3 и 5 % по массе от навески воздушно-сухого грунта) и хлорид натрия в концентрации 5 г/кг (соответственно 0,5 % по массе от навески воздушно-сухого грунта). Состав загрязнения указан в таблице 1. Кроме того, в ряд проб был добавлен лигногумат как образец гуминовых препаратов (ГП), которые по функциональной активности действуют как мелиоранты и препараты для детоксикации, ремедиации и рекультивации деградированных почв и загрязненных грунтов, а также стимуляторы роста растений [6]. Контрольными были образцы грунта без внесения дизельного топлива и соли, дополнительным аналитическим контролем был образец чистого грунта с ГП.

Оценка влияния состава загрязнения проводилась на двух представителях гидробионтов: ветвистоусых рачках *Daphniamagna* (большая дафния) и на одном из наиболее распространенных видов пресноводных зелёных водорослей из класса протококковых *Scenedesmusquadricauda* (сценедесмус). Кроме того, для проверки утверждения о влиянии на

адекватность оценки токсичности грунтов-отходов веществ сорбированных на твердой поверхности минеральных зёрен были проведены два варианта фитотестирования: аппликатный (или контактный, когда тест-культура непосредственно соприкасается с загрязнённым грунтом) и элюатный (когда при тестировании используется вытяжка из загрязнённого грунта). В качестве тест-культуры была выбрана двудольная культура – *Sinapis alba* (горчица белая), поскольку при проверке трех растений тестом на всхожесть (овса посевного, редиса и горчицы белой), данная культура характеризовалась наилучшими результатами. Тестирование проводилось с применением планшетного метода [7]. Все варианты экспериментальных биотестов проводились с трёхкратной повторяемостью.

Таблица 1

Состав применяемого загрязнения в мелких кварцевых песках

Номер пробы	Характеристика загрязнения
1	Дизельное топливо (5 %) + NaCl (0,5 %) + Гумат (0,25 %)
2	Гумат (0,25 %)
3	NaCl (0,5 %)
4 ³	NaCl (0,5 %) + дизельное топливо (3 %)
5	NaCl (0,5 %) + дизельное топливо (5 %)
6	Чистый влажный песок
7	Дизельное топливо (5 %) + NaCl (0,5 %)
8	Дизельное топливо (3 %) + NaCl (0,5 %)

Результаты исследования. Водные вытяжки из большинства проб грунта с соответствующим содержанием загрязнителей (см. табл. 1) стимулировали рост водорослей *S. quadricauda* (таблица 2). Данное стимулирование может быть объяснено присутствием органических веществ, перешедших в вытяжку из песка. Исключение составляют две пробы 1 и 2. В первом случае песчаный грунт содержал максимально сложный по составу и концентрации

Таблица 2

Результаты биотестирования водных вытяжек из загрязнённых песков с применением зелёных водорослей *Scenedesmus quadricauda*

Номер пробы	Интенсивность флуоресценции хлорофилла, условн. единицы			среднее	Среднее квадр.отклонение	Отклонение от контроля
	повторности					
	1	2	3			
контроль	0.0376	0.0319	0.0327	0.0341	0.0031	–
1	0.0143	0.0219	0.0175	0.0179	0.0038	-47.46
2	0.0184	0.0189	0.0224	0.0199	0.0022	-41.59
3	0.0451	0.0501	0.0606	0.0519	0.0079	52.45
4	0.0456	0.0516	0.0511	0.0494	0.0033	45.11
5	0.0527	0.0595	0.0562	0.0561	0.0034	64.77
6	0.0517	0.0532	0.0586	0.0545	0.0036	59.98
7	0.0535	0.0507	0.0530	0.0524	0.0015	53.82
8	0.0551	0.058	0.0538	0.0556	0.0022	63.31

загрязнитель. Во втором случае вытяжка была сделана из песчаного грунта с ГП и отличалась высокой мутностью из-за присутствия ГП, что ингибировало рост водорослей. Для изучения непосредственного эффекта загрязнителей проводили дополнительные эксперименты с раство-

³ Пробы 4 и 8 отличаются порядком внесения загрязняющих веществ в песчаный грунт. Тоже касается проб 5 и 7.

рами дизельного топлива и соли. Результаты экспонирования водорослевой тест-культуры в течение 72 часов в водных растворах с соответствующим содержанием загрязнителей позволяют достаточно однозначно утверждать о наличии острого токсического эффекта выбранной концентрации дизельного топлива и соли на данный организм.

Биотестирование на ветвистоусых рачках *D. magna* выявило, что практически все варианты загрязнения являются значимыми и влияют на выживаемость данного вида (таблица 3). Экспонирование рачков в водных вытяжках в течение 96 часов (без учета разбавлений) свидетельствовало о наличии острой токсичности большинства проб.

Таблица 3

Результаты биотестирования водных вытяжек из загрязнённых песков с применением ветвистоусых рачков *Daphniamagna*

Номер пробы	Процент погибших рачков			Индекс токсичности, среднее	Среднее квадр.отклонение
	повторности				
	1	2	3		
контроль	14	0	14	9	8.25
1	86	86	100	90	8.25
2	43	14	29	29	14.29
3	57	71	86	71	14.29
4	29	14	29	24	8.25
5	43	57	29	43	14.29
6	57	86	71	71	14.29
7	71	71	86	76	8.25
8	57	43	57	52	8.25

Фитотестирование с использованием *S. alba* достаточно ярко продемонстрировало существенное влияние на результаты оценки наличие или отсутствие контакта с самим загрязнённым грунтом. В качестве примера на рис. 1 приведены результаты проращивания выбранной культуры в течение 96 часов в планшетах на основе водной вытяжки из грунта (рис. 1а) и при непосредственном контакте (рис. 1б). В качестве анализируемых показателей оценивалась энергия прорастания (количество проросших семян), длина ростка и корня каждого растения.

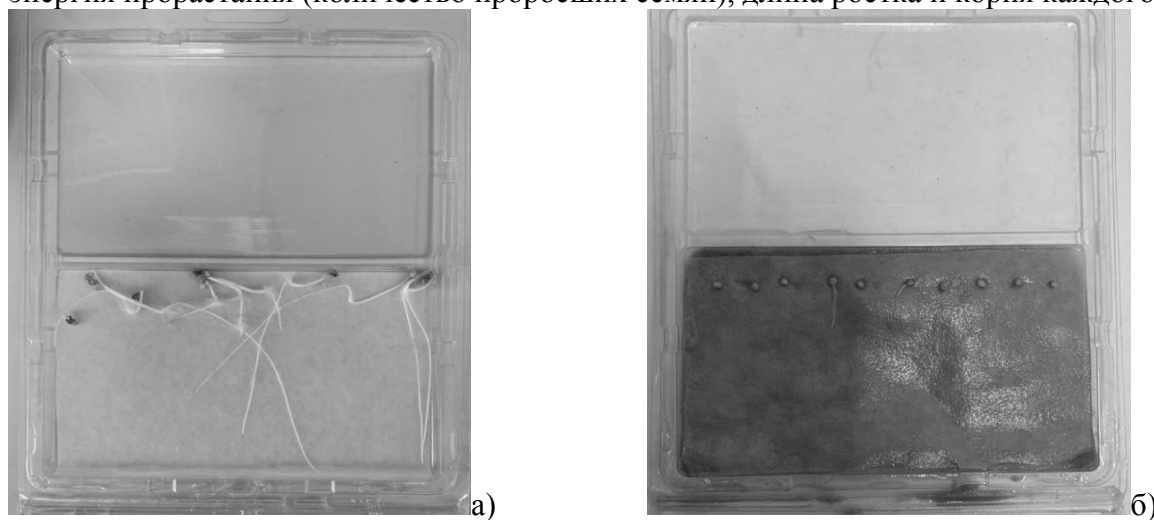


Рис. 1. Варианты фитотестирования с использованием культуры *Sinapisalba*: а) элюатный; б) аппликатный

Проведенные эксперименты показали существенное различие в получаемых результатах при осуществлении контактного и элюатного вариантов тестирования. Так, реакция растений на состав загрязнения по результатам элюатного варианта не выражена. В то время как контакт-

ный метод позволил четко установить токсичность выбранного состава и дозы загрязнения в отношении выбранной тест-культуры.

Выводы.

Таким образом, несмотря на то, что тест-объектами в экотоксикологических исследованиях выбираются в основном гидробионты [3], результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что подходы к оценке класса опасности грунтов должны базироваться на обязательном расширении набора организмов, как в отношении гидробионтов, так и с обязательным привлечением организмов из других биологических таксонов. Это позволит более адекватно оценивать степень токсичности среды на разных уровнях организации живой материи.

Биотестирование в отношении грунтов-отходов необходимо проводить с учетом условий миграции возможных поллютантов как на водных вытяжках, так и непосредственно на самих грунтах, используя грунтовые пасты в качестве тестируемого субстрата. Для построения адекватной системы экологической оценки, на наш взгляд, подходы к оценке грунтов как отходов при проведении исследований должны базироваться на обязательной интеграции данных как химико-аналитических, так и токсикологических исследований [2]. Однако, токсикологические исследования должны быть опережающими и определяющими необходимость проведения химико-аналитических, а не наоборот, как это в настоящее время предусмотрено действующими нормативами.

Список литературы

1. Биотестирование в экологическом контроле / Под ред. В.А.Тереховой. М.: ГЕОС, 2017. – 70 с.
2. Григорьева И. Ю. Задачи геоэкологии и грунтоведения при экспериментальной оценке класса опасности грунтов как отходов// Сергеевские чтения: Вып. 20: Обращение с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (22 марта 2018 г.). М. — РУДН Москва, 2018. — С. 106–112.
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.12.2014 № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» (Зарегистрирован 29.12.2015 № 40330). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View /0001201512310003> (дата обращения 22.07.2019)
4. Терехова В.А. Биотестирование как метод определения класса опасности отходов// Экология и промышленность России, 2003. – № 12. – С. 27-29.
5. Чикина Н.С. Ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов с использованием сорбента на основе пенополиуретана и отходов зерновых культур. Автореф. канд. дисс. – Казань, 2010. – 36с.
6. Якименко О. С., Терехова В. А. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации // Почвоведение. — 2011. — № 11. — С. 1334-1343.
7. Persoone G. Recent new microbiotests for cost-effective toxicity monitoring: the Rapidtoxkit and the Phytotoxkit // 12th International Symposium on Toxicity Assessment - Book of Abstracts, 2005, p. 112.

BIODIAGNOSTICS OF ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF HYDROCARBON CONTAMINATION OF SANDY SOILS

Morozov A.V.¹, Sadov S.S.¹, Grigorieva I.Yu.¹, Fedoseeva E.V.²

morozov8pro@yandex.ru; sergik0599@mail.ru

¹*Department of Engineering and Ecological Geology of the Geological Faculty of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

²*Pirogov Russian National Research Medical University, Pediatric Faculty, Department of Biology Acad. V.N.Yarygin, Moscow, Russia*

Abstract. The results of bio-diagnostics (ecotoxicological biotest) of the level and composition of pollution in sandy soils made using various test organisms are presented. A significant impact on the assessment of the environmental consequences of contamination of soil systems, both the sensitivity and species of the applied test organisms and the methods of the experiments conducted, is shown. It has been concluded that the spectrum of organisms used today must be broadened during bio-diagnostics in general, and the need to test contaminated soils using techniques that involve direct contact of test organisms with the soil.

Keywords: hydrocarbon pollution, sandy soils, test organisms, ecotoxicological studies

УДК 504.5

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ЯКУТИИ.

С.Г. Москвитин, s.moskvit@yandex.ru

Институт физико-технических проблем Севера им.В.П. Ларионова Сибирского отделения Российской Академии наук, ул. Октябрьская, 1, 677981, г. Якутск, Россия.

Аннотация. Арктическая зона Якутии является промышленно освоенной территорией Республики. Переработка рудных месторождений олова, редких земель и золота в течении десятков лет привело к образованию огромной массы отходов в виде отвалов и хвостохранилищ. В районе остались хвостохранилища Батагайской, Депутатской и Куларской обогатительных фабрик, куда сбрасывалась хвосты обогащения руды.

В работе приведены минералогические составы отходов добычи, исследованы строение и состояние хвостохранилищ в настоящее время. Рассмотрены механизмы влияния на экологическую обстановку фактически применяемых технологий при добыче олова, золота и редкоземельных минералов. Установлено влияние процессов выветривания на экологическую безопасность региона.

В результате исследования объектов сделан вывод, что хвостохранилища представляют реальную экологическую угрозу окружающей среде. При аварии, последствия нанесут непоправимый ущерб не только экологии бассейна рек Яны и Индигирки, но и акватории всего континентального шельфа северо-востока Якутии. Ликвидация экологически опасного посредством промышленной переработки снизит риск экологической угрозы территории и всего Арктического бассейна.

Ключевые слова: Арктика, месторождения, олово, золото, редкие земли, отходы, фабрика, хвостохранилище, компоненты, минерал, переработка.

Введение. Северные районы Арктической зоны Якутии Республики Саха (Якутия) являются наиболее промышленно освоенным районом Республики. С 1940-х до начала 1990-х гг. на территории района велась интенсивная разработка крупных коренных месторождений олова, редкоземельных металлов, а с 80-х годов рудного золота. Руды с этих месторождений перерабатывалась на Батагайской обогатительной фабрике № 418 Депутатской ЦОФ и Куларской золото-извлекающей фабрике. В настоящее эти производства заброшены без проведения рекультивационных работ.

В имеющихся трех хвостохранилищах расположенных в Арктической зоне Республики Саха (Якутия) накоплены сотни тонн отходов переработки руд в виде хвостов обогащения. Хвостохранилища являются сложными гидротехническими сооружениями.

Результаты и обсуждения. В данной работе обследованы строения хвостохранилищ указанных обогатительных фабрик. Хвостохранилища Депутатской и Куларской фабрик сооружены в поймах ручьев, являющимися притоками крупных водотоков. На Батагайской обогатительной фабрике хвостохранилище относится к косогорному типу. С восточной стороны оно ограничива-

ется надпойменной террасой долины р Яна, с запада обвалована защитной дамбой отделяющей ее от протоки р. Яны. Все построенные хвостохранилища наливного типа.

Исследование вещественного состава отходов обогащения накопленные в хвостохранилищах показало, что твердая фаза хвостовой пульпы состоит из смеси минеральных частиц разного размера от 3 мм до долей микрона. При длительном хранении отходов в ложе хвостохранилищ происходит фильтрация техногенных вод под ними, которые просачиваются в грунтовые воды и прилегающие водоемы, засоряя их вредными примесями. При высыхании отдельных участков хвостохранилищ происходит естественная дезинтеграция частиц под воздействием природных факторов и при ветровой эрозии тонкодисперсные частицы разносятся по поверхности земли, вызывая загрязнение их вредными опасными для растительного и животного мира компонентами в районах прилегающих к хвостохранилищам [1].

Анализ работы Батагайском фабрики показал, что в хвостохранилище складированы отходы обогащения касситерит-сульфидных руд Эгэ-Хайского месторождения и в небольших объемах руда двух касситерит-сульфидных месторождений, а с 1966 г. до закрытия фабрики в 1973 г. обогащалась руда касситерит-редкометалльно-кварцевого месторождения. Рудные месторождения олова, редких земель и золота отрабатывались по существующей в то время технологии и оборудовании. В результате чего происходило чрезмерное ошламование руды, из-за чего не улавливалась значительная часть полезного компонента. Кроме того, из-за не востребованности, минералы содержащие в своем составе разнообразные редкие металлы, сбрасывались в отходы. Состав воды и содержимое захороненных в хвостохранилище Батагайской обогатительной фабрики, почвы и водотоков в прилегающие к ним площадям, в разные годы исследовались научными организациями и республиканскими ведомствами.

Касситерит-сульфидные руды переработанные на Батагайской обогатительной фабрике содержат в своем составе разнообразные рудные минералы: окислы, сульфиды, силикаты, фосфаты, сульфосоли, самородные металлы, такие как золото и серебро. Почти все минералы содержат примеси различных элементов: касситерит и вольфрамит содержат примеси Ta и Nb, в сульфидах в виде примеси содержатся: In, Co, Bi, Hg, Tl, TR и другие [2].

Некоторые сульфиды, окислы и силикаты в рудах характеризуются повышенной индиенностью. Концентрации In достигают от 0,0002 до 0,135% . В главном минерале - пирротине определены элементы-примеси (%): In-0,0001-0,009; Ag -0,024; Co - 0,01; Te - 0.0013; Se - 0,0023; Tl-0,002; Bi -0,005; Hg -0,00001 [3].

Анализ технологических схем обогатительных фабрик показал, что обогащение на фабрике велось по гравитационной схеме. По существующей в то время технологии и оборудовании: извлекались касситерит и вольфрамит, а не востребованные редкие минералы и минералы содержащие в своем составе примеси разнообразных металлов сбрасывались в отходы. Значительная часть полезного компонента не улавливалась из-за чрезмерного ошламования руды. Так в касситерит-сульфидных рудах установлены повышенные концентрации Co - 0,031% - 0,06%. и Ag- 115,3-129,6 г/т. На месторождениях подсчитаны запасы серебра и кобальта, как попутных компонентов, но в процессе переработки руд по применяемой технологии они не извлекались.

Переработанные касситерит-редкометалльно-кварцевые руды месторождения Кестер представлены: касситеритом, фосфатами, сульфидами. В касситерите содержится изоморфная примесь Ta - 3240г/т и Nb-3530г/т. В рудах месторождения распространены редкие и даже весьма редкие минералы. Особенно часто встречаются: фосфаты, сульфиды, карбонаты, сульфосоли и окислы. В рудах обнаружены разнообразные уран-торий-тантал-ниобий содержащие редкие минералы: торбенит $(Cu, UO_2)(PO_4)_n \cdot H_2O$, метаторбенит $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, манганотанталит (Mn, Ta_2O_6) , микролит $(Ca, Na)_2 Ta_2(O, OH, F)_7$, семирезит $(Na, CaNb_2O_6F)$ с примесью Pb и U, сагениит разновидность рутила с примесью Fe, Ta, Nb, Cr, V, Sn, тухолит урансодержащее высокоуглеродистое вещество содержащее 48,5% ThO_2 U_3O_8 и до 50% TR минерал [4]. киноварь (HgS) и самородное серебро.

По данным минералого-геохимических исследований в лежалых песках хвостохранилища содержание касситерита составляет от 0,04 до 0,34%. Касситерит в песках мелкий и концентрируется, в основном, в «шламовых» труднообогатимых классах. Анализ результатов обогащения

показывают, что содержание класса $-0,074$ мм в отвальных хвостах фабрики около 50%, а потери олова с тонкими классами крупности достигают 70% от общих потерь. В песках содержатся Rb_2O от 0,057 до 0,258 %, Li_2O – от 0,125 до 0,445 %, максимальное значение Cs_2O равно 0,031 %, минимальное – 0,01 %. Литий, рубидий и цезий, связаны сослюдами в легкой фракции крупностью более $-0,05$ мм. Основная часть тантала и ниобия, в песках Батагайского хвостохранилища, связана с минералами колумбитом, танталитом и касситеритом. Техногенная залежь характеризуется повышенным содержанием Pb, Zn, Cd, Cu и S, характерных для первичных руд. Из микроэлементов, полный состав которых точно не установлен, отмечаются Ta, Be и U, относящиеся к I-II классам опасности. В воде хвостохранилища выявлено содержание веществ первого класса опасности: урана – 0,032 мг/л, таллия – 0,0002 мг/л (более 2 раз превышены нормы для воды хозяйственно-питьевого водоснабжения), веществ второго класса опасности: бериллий – 0,032 мг/л (30 ПДК х/п), кадмий – 0,1 мг/л (100 ПДК). В водотоках расположенных вблизи хвостохранилища, также установлен комплекс опасных элементов; Tl, Be, Nb, Rb, Cs, U, As, Hg, Ga, Gt, Cd, Li. Концентрация этих элементов, нередко, составляет от 1 тыс. до 10 тыс. ПДК (достигая на отдельных участках 80 тыс. ПДК) [5].

В хвостохранилище ЦОФ Депутатского ГОКа складировались отходы обогащения руды Депутатского касситерит-силикатно-сульфидного месторождения. Месторождение полиформационное, относится к геолого-промышленному типу оловоносных грейзенов и жил. В составе руд преобладают касситерит, вольфрамит, пирротин, также сульфиды следующих элементов: Fe, Zn, Sb, Pb, Bi, Mo, Ag, Sn и нерудные минералы. Самородные металлы Bi, Ag и сульфосоли Ag и Sb: Широко распространены гипергенные минералы: гетит, лимонит, ярозит, фиброферрит, мелантерит, скородит, пизанит, мельниковит, каолинит, гипс. [6].

Исследование вещественного состава отходов Депутатского ГОК показало, что чаша хвостохранилища представляет собой крупную геохимическую аномалию рудогенных и ассоциирующих с ними элементов и достигает концентраций в сотни раз превышающих значений ПДК. В лежалых песках Депутатского хвостохранилища кроме касситерита содержатся разнообразные сульфиды, в том числе сфалерит с примесью In и висмутин. Среднее содержание касситерита составляет не менее 0,5%. В касситерите отмечается примесь In-25,0-89,0 г/т; Sc-10,0-65,0 г/т и Nb-63,0-93,0 г/т.

Известно, что на отечественных обогатительных фабриках в процессе обогащения руды 30-40% касситерита переходит в шламы, из которых 20-35% теряется с хвостами. Потери легкообогатимых руд Северо-Востока страны составляют 7-20% , такие же потери, вероятно, происходили на Депутатском ЦОФ [7].

В Куларском хвостохранилище складированы отходы обогащения золотоносной руды золото-редкометалльного месторождения. Применялась гравитационно-флотационная схема обогащения [8]. По нашим данным основным и единственным полезным компонентом в песках хвостохранилища является мелкое самородное золото и в виде сростков с кварцем и широко распространенными сульфидами. По нашим данным воды хвостохранилища характеризуется повышенным содержанием: Fe – до 5 ПДК, Zn – до 10 ПДК, Cu – до 90 ПДК. В пробах донных отложений выявлено повышенное содержание Hg – до 5 ПДК, в воде и донных отложениях хвостохранилища содержится значительное количество тяжелых металлов.

В случае аварии на хвостохранилищах может быть нанесен серьезный экологический урон бассейну крупных северных рек Яны и Индигирки и в целом Арктического шельфа прилегающей территории Якутии. Экологические риски, связанные с очагом исторического загрязнения от ГОК-ов перерабатывавших руды оцениваются как высокие и региональные по масштабу потенциального воздействия. Они представляют реальную экологическую угрозу окружающей среде.

При аварии Депутатского и Куларского хвостохранилищ, площадь затопления будет незначительной, так как основной объем воды поступит в притоки, но будет нанесен ущерб биоресурсам р. Индигирка и Омолой, куда впадают вышеназванные притоки. При аварии Батагайского хвостохранилища последствия будут более тяжелыми, непосредственное загрязнение грозит всей акватории р. Яна. Эти три крупные реки впадают в море Лаптевых Северного Ледови-

того океана. На сегодняшний день имеется три варианта решения проблемы – это постоянный мониторинг, консервация или рекультивация.

Постоянный мониторинг – продолжение мониторинга за состоянием хвостохранилища, которые ведутся с момента закрытия ГОК-в. При этом хвостохранилища будут создавать постоянную угрозу на многие десятилетия и послужат источником стойкого загрязнения территории с возможными необратимыми последствиями.

Консервация, предусматривает спуск воды и захоронение чаши хвостохранилища пустыми отвальными породами, разрушение ограничивающих дамб, консервация водоотводных туннелей и возвращение в старое русло ручьев, на которых заложены хвостохранилища. Это вариант с непредсказуемыми последствиями.

Рекультивация т.е. ликвидация, предусматривает переработку – лежалых песков хвостохранилищ, которые нужно рассматривать как техногенное месторождение минерального сырья.

Промышленная переработка содержимого хвостохранилищ возможна в настоящее время, в связи с разработкой в последние десятилетия новых эффективных технологий методов обогащения руд и новых типов обогатительного оборудования [9].

Вовлечение в промышленную переработку содержимого хвостохранилищ позволит создать современные предприятия глубокой переработки отходов, новые рабочие места и получит положительный вектор экономического развития района.

Выводы.

1. Длительное хранение отходов в ложе хвостохранилищ представляет экологическую угрозу, так как происходит фильтрация техногенных вод под ними, которые просачиваются в грунтовые воды и прилегающие водоемы, засоряя их вредными примесями.
2. Под воздействием процессов выветривания в хвостохранилищах происходит естественная дезинтеграция рудного вещества и тонкодисперсные частицы разносятся по поверхности земли, вызывая загрязнение их вредными опасными для растительного и животного мира компонентами в прилегающих районах.
3. Ликвидационный вариант на наш взгляд наиболее экономически целесообразный. Но промышленная переработка накоплений хвостохранилищ требует предварительного технологического изучения лежалых песков включающей минералого-геохимическое и технологическое исследования. Факторами обуславливающими ликвидацию хвостохранилищ являются: 1- наличие вблизи хвостохранилищ крупных промышленных и транспортных узлов, поселков; 2 - отсутствие необходимости проведения вскрышных работ, 3 - подготовленностью сырья для обогащения; 4 - экономические предпосылки - высокие содержания разнообразных дефицитных дорогостоящих элементов востребованных в настоящее время новыми технологиями и металлургической промышленностью
4. Ликвидация хвостохранилищ снизит риск экологической угрозы территории и всего Арктического бассейна.

Список литературы.

1. Ханчук Ф.М., Кемкина Р.А., Кемкин И.В., В.П. Зверева Минералого-геохимическое обоснование переработки лежалых песков хвостохранилищ Солнечного ГОКа (Комсомольский район, Хабаровского края)// Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле, 2012, №1, вып.19. с. 22-40
2. Флеров Б.Л. Оловорудные месторождения Яно-Колымской складчатой области. Новосибирск. Наука. СОАН, 1976. - 286 с.
3. Иванов В.В. Минералого-геохимические черты и индиенность оловорудных месторождений Якутии. Наука. Москва, 1963.-252 с.
4. Кокунин М.В. Редкие минералы забытого месторождения. Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. - Иркутск. Изд-во Иркутского гос. ун-та. 2009.-С.136-147.
5. Веремеева Л.И., Баева И.Г., Вдовина Л.Г. , Копьева Т.В. Особенности распределения полезных и вредных компонентов в лежалых песках Батагайского хвостохранилища. Республика Саха (Якутия). Материалы XV Международного совещания по геологии россыпей и месторож-

дений и кор выветривания (РКВ2015) - изучение, освоение, экология. Пермский государственный национальный исследовательский университет 24-28 августа 2015 г. 2015- С.30-32.

6. Москвитин С.Г., Саломатов А.К. Экологические вопросы промышленного освоения Арктической зоны Якутии (Кулар, Депутатский). Геомеханические и геотехнологические проблемы эффективного освоения месторождений твердых полезных ископаемых северных и северо-восточных регионов России. Тр. Третьей Всерос. Научн.-практ. конф. посвященной памяти чл.-кор. РАН Новопашина М.Д. (Якутск 16-19 июня 2015 г.).- Якутск: Изд-во СМИК-Мастер. Полиграфия, 2015.- С.211-214

7. Матвеев А.И., Еремеева Н.Г. Технологическая оценка месторождений олова Якутии. Нов-ск. Акад-е изд-во «Гео», 2011. – 119 с.

8. Матвеев А.И. Разработка флотационной технологии переработки оловосодержащих шламов ЦОФ Депутатского ГОКа с применением акустических полей. Автореферат диссертация на соискание ученой степени канд. технич. наук. Якутск, 1993.- 16 с.

9. Север и Арктика в пространственном развитии России: научно-аналитический доклад / Научный совет РАН по вопросам регионального развития; СОПС при Министерстве экономического развития РФ и Президиуме РАН; ИЭП Кольского НЦ РАН; ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН. – Москва-Апатиты-Сыктывкар: Изд-во КНЦ РАН, 2010 г. - 213 с.

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF ECONOMIC ACTIVITY IN THE EXTRACTION OF MINERALS. IN THE ARCTIC ZONE OF YAKUTIA

S. G. Moskvitin, s.moskvit@yandex.ru

Institute of physical and technical problems of the North of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia.

Abstract: The Arctic zone of Yakutia is the most industrially developed territory of the Republic. Processing of ore deposits of tin, rare earths and gold within tens of years led to formation of huge mass of waste in the form of dumps and tailings ponds. In the area there are three tailings ponds where the discharged tailings ore Batagayskogo, Parliamentary and Kularsky ore dressing factories.

The paper presents mineralogical compositions of mining waste, investigated the structure and condition of tailing dumps at the present time. Mechanisms of influence on ecological situation of actually applied technologies at extraction of tin, gold and rare-earth minerals are considered. Influence of weathering processes on ecological safety of the region is established.

As a result of the research of the facilities, it is concluded that the tailings represent a real environmental threat to the environment. In case of an accident, the consequences will cause irreparable damage not only to the ecology of the basin of the Yana and Indigirka rivers, but also to the water area of the entire continental shelf of the North-East of Yakutia. Elimination of environmentally hazardous through industrial processing will reduce the risk of environmental threats to the territory and the entire Arctic basin.

Keywords: Arctic, deposits, tin, gold, rare earths, waste, factory, tailings storage, components, mineral, processing.

УДК 556

ХАРАКТЕР И СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ НА ГИДРОСФЕРУ ОДНОЙ ИЗ КРУПНЫХ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

Р.Х. Мусин, А. Р. Галиева, Т. Г. Кудбанов, Rustam.Musin@kpfu.ru

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются особенности состава поверхностных и подземных вод в окрестностях одной из крупных промышленных зон Татарстана во временном интер-

вале 1979–2018 гг., особенности состава подземных вод на одной из промплощадок, а также в районе действующего полигона захоронения промышленных отходов. Показано, что максимальной трансформации состав природных вод подвержен в пределах и ближайшей окрестности действующего полигона захоронения отходов, при этом на удалении 1,0-1,5 км от него признаки загрязнения исчезают.

Ключевые слова: подземные и поверхностные воды, промышленная зона, нефтехимическое производство, качество воды, загрязнение

Одними из основных проблем современности являются проблемы загрязнения окружающей среды и ухудшения качества её основных компонентов. Максимальной интенсивности это загрязнение достигает в пределах и окрестностях крупных промышленных зон, а также в районах разработки месторождений полезных ископаемых. В статье рассматриваются характер и особенности влияния на гидросферу одной из промышленных зон в Республике Татарстан, функционирующей более 50 лет.

Татарстан характеризуется довольно значительным промышленным и сельскохозяйственным потенциалом. Здесь успешно функционируют предприятия машиностроения, нефтепереработки и нефтехимии, более 60-ти лет идет активная разработка нефтяных месторождений, отмечается существенный прирост выпуска сельскохозяйственной продукции.

Рассматриваемая промышленная зона расположена в пределах залесённого водораздела с превышением над базисом эрозии до 160 м. Её площадь составляет около 20 км². Геологический разрез представлен платформенной карбонатно-терригенной толщей пермского возраста. Он отличается многократным чередованием прослоев глин, песчаников, алевролитов, реже мергелей и глинистых известняков. Мощности отдельных прослоев редко когда превышают 6-8 м (таблица 1).

Подземные воды формируют типичные междуречные потоки. Областями их питания являются водоразделы, а областями разгрузки – речные долины. Разноуровневые водоносные горизонты связаны нисходящим перетеканием. Мощность зоны пресных подземных вод достигает 250 м. Рассматриваемая промышленная зона функционирует со второй половины 1960-х гг. В настоящее время в её пределах перерабатывается более 15 млн. т нефти в год. Стоимость ежегодно выпускаемой продукции составляет около 300 млрд. руб. (по данным с официальных сайтов предприятий промзоны).

Таблица 1

Доля основных разновидностей пород в сложении приповерхностной части геологического разреза

Стратиграфический уровень	Мощность, м	Породный состав, %		
		Глины	Песчаники	Известняки
1 (верхний)	До 40-42	54	36	10
2 (средний)	77-79	67	28	5
3 (нижний)	79-80	80	12	8

Примечание. Алевролиты отличаются наименьшей распространённостью, они рассматриваются совместно с глинами.

Для выявления характера и степени влияния промышленной зоны на гидросферу использован следующий фактический материал: данные разномасштабных и разновременных геологосъемочных и тематических работ [1, 3, 7], результаты исследований одного из действующих полигонов захоронения промышленных отходов [5, 8]; собственные полевые и аналитические исследования одной из промплощадок (~2 км², 2017 г.) и окрестностей промзоны (~220 км², 2018 г.). Заимствованная из литературных источников аналитика воды включала компоненты, определяемые при сокращённом (по [6]) анализе воды. Собственная аналитика – определение pH, перманганатной окисляемости, содержаний основных ионов: HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, Br⁻, F⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, NH₄⁺, Li⁺; концентраций ряда тяжёлых металлов: Fe, Mn, Cd, Pb, As, Cr, Cu, Ni, Zn, а также нефтепродуктов. Ионный состав определялся на хроматогра-

фе Dionex ICS-1600, металлы детектировались на атомно-абсорбционном спектрометре ContrAA-700, а нефтепродукты – с помощью газового хроматографа Кристаллюкс-4000М.

Рассматриваемая промзона отличается максимально негативным воздействием на атмосферный воздух. Объёмы выбросов в атмосферу в 2015 г. составили около 75 тыс. т. Приоритетными загрязнителями являются диоксид серы (26%), диоксид азота (17%), оксид углерода (15%), смеси предельных углеводородов C1-C5, C6-C10 и C12-C19 (19%) [2].

Данные площадного гидрогеохимического изучения свидетельствуют о том, что каких-либо существенных изменений химического состава подземных вод в верхней части разреза за последние 40 лет в окрестностях промышленной зоны не произошло (таблица 2).

Таблица 2

Особенности состава подземных вод верхней части разреза в окрестностях промзоны

Период времени	Кол-во проб	Минерализация, мг/л	Жёсткость, ммоль/л	Окисляемость, мгО/л	pH	Преобладающий тип воды
1979-1980 гг.	9	<u>382-509,5</u> 448,9±50,06	<u>3,8-6,0</u> 5,12±0,68	<u>1,1-5,7</u> 3,3±1,79	<u>7,4-8,4</u> 7,94±0,37	HCO ₃ /Ca, HCO ₃ /Mg-Ca
1994-1999 гг.	27	<u>347,6-623,2</u> 489,9±60,82	<u>4,1-7,6</u> 5,44±0,77	<u>1,28-4,48</u> 2,28±0,99	<u>6,7-8,1</u> 7,35±0,43	HCO ₃ /Mg-Ca
2018 г.	16	<u>417,3-587,0</u> 482,8±36,72	<u>3,02-6,33</u> 5,38±0,76	<u>0,48-4,08</u> 1,60±1,35	<u>7,18-8,06</u> 7,43±0,22	HCO ₃ /Ca, HCO ₃ /Mg-Ca

Примечание. В этой и последующих таблицах в числителе – предельные значения (минимум-максимум), в знаменателе – среднее и стандартное отклонение.

В таблице приведены данные по родникам, составы вод которых не имеют существенно искажения за счет какого-либо локально проявленного загрязнения. Учитываемые родники дренируют обводнённую осадочную толщу, литологический состав которой отражён в таблице 1. Они близки по химическому составу подземных вод, который определяется довольно кратковременным взаимодействием атмосферных осадков с породами разреза. В связи с этим, родниковые воды в таблице 2 не отнесены к каким-либо конкретным гидростратиграфическим уровням, а рассматриваются совместно для каждого периода времени. Удаление опробованных родников от ограничений промзоны составляет 0,4-6,0 км. Типы воды – по [6].

Поверхностные воды в пределах промзоны представлены верховьями ручьёв. В меженное время их существование связано лишь с разгрузкой подземных вод. В связи с этим, составы поверхностных и подземных вод близки (таблица. 3, данные 2018 г.). При этом в первых отмечаются несколько более высокие уровни окисляемости и концентраций SO₄²⁻, Cl⁻, Br⁻, что вероятно связано с аэрогенным загрязнением поверхности.

Таблица 3

Сопоставление составов подземных и поверхностных вод в окрестностях промзоны

Тип природных вод	Кол-во проб	Минерализация, мг/л	Жёсткость, ммоль/л	Окисляемость, мгО/л	pH	Нефтепродукты, мг/л	Преобладающий тип воды
Подземные	16	<u>417,3-587,0</u> 482,8±36,72	<u>3,02-6,33</u> 5,38±0,76	<u>0,48-4,08</u> 1,60±1,35	<u>7,18-8,06</u> 7,43±0,22	<u>0,020-0,065</u> 0,032±0,017	HCO ₃ /Ca, HCO ₃ /Mg-Ca
Поверхностные	25	<u>240-614,9</u> 492,6±72,4	<u>2,24-7,09</u> 5,63±1,18	<u>0,48-6,08</u> 2,82±1,56	<u>6,97-8,08</u> 7,68±0,24	<u>0,004-0,19</u> 0,041±0,05	HCO ₃ /Ca, HCO ₃ /Na-Ca

Несколько иная ситуация отмечается на промплощадках. На одной из них подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта приурочены с одной стороны к пермским глинисто-песчаным породам, а с другой – к четвертичным покровным суглинкам. Глубина его залегания 1,5-2 – 5-8 м. Второй от поверхности водоносный горизонт локализован в пермских песчаниках, кровля которых вскрывается на глубинах 10-20 м (таблица 4).

Увеличение минерализации связано с концентрированием почти всех макро- и мезокомпонентов, а также Fe и Mn. Так содержания некоторых компонентов могут достигать (мг/л): HCO₃⁻ – 879; Cl⁻ – 267; SO₄²⁻ – 126; NO₃⁻ – 141; Br⁻ – 0,81; Fe – 4,16; Mn – 3,0. Подобная картина обусловлена локально проявленными утечками из многочисленных водоводов, аэрогенным за-

грязнением территории, а также более интенсивным выщелачиванием минерального матрикса подземными водами, которые приобрели большую углекислотную агрессивность. Содержания

Таблица 4

Особенности состава подземных вод на одной из промплощадок

Водоносный горизонт	Кол-во проб	Минерализация, мг/л	Жёсткость, ммоль/л	Окисляемость, мгО/л	pH	Нефтепродукты, мг/л	Преобладающий тип воды
Первый от пов.	31	<u>264-1249</u> 772±232	<u>3,56-17,74</u> 10,02±3,63	<u>1,28-17,28</u> 5,39±3,59	<u>6,25-7,45</u> 6,85±0,29	<u>0,008-0,13</u> 0,045±0,033	HCO ₃ /Ca, Cl-HCO ₃ /Ca, HCO ₃ /Mg-Ca
Второй от пов.	6	<u>390-681</u> 560,7±119,1	<u>5,08-9,76</u> 7,51±2,01	<u>1,92-4,12</u> 3,48±0,82	<u>6,43-7,84</u> 7,25±0,53	Не определ.	HCO ₃ /Ca, HCO ₃ /Mg-Ca

Примечание. В таблице приведены данные 2017 г.

гидрокарбонат-иона в подземных водах рассматриваемого района, характеризующихся преобладанием природных факторов в формировании их химического состава, не превышают 380 мг/л. На промплощадке средняя концентрация HCO₃⁻ составляет 448 мг/л. Увеличение углекислотной агрессивности подземных вод может быть связано лишь с повышением парциального давления углекислого газа. Последнее возможно за счет хемо- и биодеструкции органического вещества. Обогащенность приповерхностной части промплощадки органическим веществом следует и из повышенной окисляемости подземных вод (табл. 4) и вод систем поверхностного дренажа (таблица5).

Таблица 5

Особенности состава вод системы поверхностного дренажа промплощадки

Кол-во проб	Минерализация, мг/л	Жёсткость, ммоль/л	Окисляемость, мгО/л	pH	Преобладающий тип воды
4	<u>349-433</u> 391±44	<u>4,14-5,02</u> 4,44±0,40	<u>3,86-7,89</u> 5,89±1,70	<u>7,09-7,91</u> 7,37±0,38	Cl-SO ₄ -HCO ₃ /Na-Ca

Максимальной трансформации состав подземных вод подвержен в пределах и ближайшей окрестности шламонакопителей и полигонов захоронения промышленных отходов. Характеристика одного из полигонов приведена в [5, 8]. Здесь минерализация грунтовых вод может достигать 7–12 г/л; жесткость 70–135 ммоль/л; концентрации наиболее характерных загрязнителей (мг/л): нефтепродукты – до 500–982; фенолы – до 13,9; железо общее – до 153 (преобладающий гидрогеохимический тип воды – хлоридно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый). Правда, уже на небольшом удалении от полигона (150-200 м) возможно снижение концентраций многих компонентов-загрязнителей на 1-2 порядка. Детальный анализ гидрогеологических условий этого действующего полигона захоронения промышленных отходов позволил выявить, что загрязнение подземных вод связано с инфильтрацией и нисходящей фильтрацией первичных атмосферных осадков, преобразованных процессами взаимодействия в системе “вода-отходы”, и, в меньшей степени, жидких отходов. Отходы полигона могут быть поставщиками в подземные воды сульфатов, хлоридов, железа, бария (?), а также нефтепродуктов, фенолов, формальдегида, бензола, толуола, ксилола, этилбензола (при этом высокие – более чем в 10 раз – превышения ПДК характерны только для железа и тесно скоррелированных друг с другом органических веществ). Поведение же большей части остальных макро- и микрокомпонентов наиболее адекватно описывается моделью интенсивного выщелачивания из минерального матрикса агрессивными углекислотными водами с концентрациями гидрокарбонатов свыше 800–1000 мг/дм³ (содержания HCO₃⁻ в полигонных фильтрах могут достигать 4-8 г/дм³). Процессы самоочищения подземных вод приводят к тому, что уже на удалении 1,0-1,5 км от полигона (по направлению фильтрационного потока) признаки загрязнения подземных вод, вызванные функционированием полигона - отсутствуют.

Таким образом, довольно существенные изменения химического состава подземных вод в пределах одной из крупных промышленных зон Республики Татарстан отмечаются лишь в пределах и ближайшей (100-300 м) окрестности различных полигонов захоронения отходов нефтехимического производства. По мере удаления от них признаки загрязнения постепенно исчезают. Высокие буферные свойства природной среды данной промзоны [4] и определяют неизменность во времени химического состава подземных вод в её окрестностях (табл. 2).

Список литературы

1. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Средневожская. Листы: N-39-IV, N-39-V, N-39-VI. Объяснительная записка [Текст] /Б.И. Фридман, И.М. Задорожный. – М. 1990. – 234 с.
2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2015 г. [Текст]. – Казань, 2016. – URL: http://eco.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_619802.pdf
3. Мусин Р. Х. Техногенные изменения в гидrolитосфере Республики Татарстан [Текст]// Недропользование XXI век. – 2013. – № 5 (42). – С. 61-66.
4. Мусин Р. Х., Курлянов Н. А., Калкаманова З. Г. О буферных свойствах подземной гидросферы в районах полигонов промышленных отходов [Текст] //Сергеевские чтения. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи. Вып. 18. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (24-25 марта 2016 г.). – М.: РУДН, 2016. – С. 520-525.
5. Мусин Р. Х., Мусина Р. З. О влиянии на гидrolитосферу полигонов захоронения промышленных отходов [Текст] //Недропользование XXI век. – 2014. – № 1 (45). – С. 84-87.
6. Отраслевой стандарт. Воды подземные воды. Классификация по химическому составу и температуре [Текст]. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1986. – 12 с.
7. Сунгатуллин Р. Х. Комплексный анализ геологической среды: на примере Нижнекамской площади [Текст]. – Казань: Мастер-Лайн. 2001. – 140 с.
8. Musin R. Kh., Kurlyanov N. A., Kalkamanova Z. G., Korotchenko T. V. Environmental state and buffering properties of underground hydrosphere in waste landfill site of the largest petrochemical companies in Europe // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2016. – V. 33.

NATURE AND DEGREE OF INFLUENCE ON THE HYDROSPHERE ONE OF LARGE OIL PROCESSING INDUSTRIAL ZONES IN THE MIDDLE STRIP OF EUROPEAN RUSSIA

R. Kh. Musin, A.R. Galieva, T.G. Kudbanov, Rustam.Musin@kpfu.ru

Kazan (Volga region) FederalUniversity, Kazan, Russia

Abstract. The article discusses the characteristics of the composition of surface and groundwater in the vicinity of one of the major industrial zones of Tatarstan in the time interval 1979–2018, the composition of groundwater at one of the industrial sites, as well as in the area of the operating landfill of industrial waste. It is shown that the composition of natural waters is subject to maximum transformation within and within the vicinity of the existing landfill, while at a distance of 1.0-1.5 km from it signs of pollution disappear.

Keywords: ground and surface water, industrial zone, petrochemical production, water quality, pollution

УДК 614.8

МАСШТАБЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА И МЕТОДЫ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ

Т.В. Овчинникова, tvo0104@mail.ru, Т.В. Ашихмина, tv6234@yandex.ru

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Авторами предложена методика изучения территорий согласно масштабам распространения экологического кризиса, который по природным условиям и величине антропогенной нагрузки является типичным для Европейской России. Представлен комплексный подход к изучению природных и техногенных условий их возникновения.

Ключевые слова: масштаб, ГИС, районирование, съемка, космическая, картографирование, среда, природная, техногенная, опасность, риск.

Геоинформационная система в настоящее время понимается как «хранилище системы знаний о территориальном аспекте взаимодействия природы и общества». Она используется для программного обеспечения, моделирующего функции поиска, ввода, моделирования; или как «итеративная система, способная реализовывать сбор, хранение, обработку, оценку, отображение и распространение данных и средств получения новой информации о пространственно-временных явлениях» [1].

Общими функциями ГИС являются: ввод и обновление данных; вывод и представление данных и результатов. Основными направлениями практического использования ГИС являются: создание банка данных; автоматизированное картографирование; анализ природных, природно-хозяйственных и социально-экономических систем; моделирование природно-хозяйственных процессов; поддержка принятия решений при планировании, проектировании и управлении. Два последних направления отражают современную тенденцию в использовании ГИС-программ. Неотъемлемым условием для выполнения которых является применение космической фотосъемки, которая дает возможность оптимально генерализовать фотоизображение объектов, для картографирования в масштабе 1:100000, 1:200000 (табл. 1).

Эти масштабы позволяют оперативно получать разновременные фотоснимки, применение которых эффективно не только при наблюдениях за динамикой природных и антропогенных процессов, но и определении риска возникновения природных и техногенных чрезвычайных ситуаций.

С помощью аэрокосмических наблюдений можно выявлять чрезвычайные экологические риски и давать оценку их последствий. Средствами дистанционного зондирования оценивается степень ущерба от пожаров; проводится мониторинг паводков на реках, контролируются половодья и наводнения и ледовая обстановка во время паводков на реках; обнаруживаются выбросы загрязняющих веществ в водоемы и атмосферу; задымленность городов и населенных пунктов; выявляются сельскохозяйственные зоны, подверженные засухе; устанавливается распространение загрязняющих веществ вокруг промышленных зон; определяется интенсивность деградации почв в результате их засоления, заболачивания и почвенной эрозии.

Таблица 1

Использование аэрокосмических снимков разного масштаба при изучении природно-хозяйственных условий региона

Масштабы снимков	Их виды	Цель исследования
1:1000000	КФС	Глобальная оценка условий региона
1:500000, 1:200000	КФС	Оценки природных условий региона
1:100000	КФС	Исследования на уровне административных районов
1:50000	АС	Изучение природных объектов

Все перечисленные задачи подразделяются на: задачи обнаружения явлений и задачи исследования и анализа результатов, а также последствий.

По интенсивности выделяются антропогенные воздействия низкого, среднего и высокого уровня. Первый из них не приводит к изменениям, существенно отличающимся от естественного фона природной среды. При среднем уровне отмечаются изменения, которые, не превышают установленные пределы. При высоком – появляются необратимые изменения в природной среде, превышающие предельно допустимые.

Большинство хозяйственных объектов оказывает комплексное воздействие на природную среду. Поэтому при оценке величины антропогенной нагрузки используются количественные предельно допустимые показатели, превышение которых ведет к возникновению ситуации экологического кризиса. Так, оценка степени загрязнения природно-хозяйственных систем производится по величине предельно допустимых концентраций (ПДК), а общее их состояние – по степени устойчивости этих систем к суммарному антропогенному воздействию, то есть по состоянию систем, которое позволяет им в течение длительного времени выполнить хозяйственные и экологические функции. Важнейшим критерием оценки состояния окружающей среды служит показатель здоровья населения. Качество оценки условий возникновения чрезвычайных ситуаций, антропогенной нагрузки и последствий хозяйственной деятельности человека в регионе во многом зависит от выбора основных показателей.

Значимость этих показателей неодинакова и может быть определена методами факторного анализа и экспертных оценок [2, 3]. Состав основных показателей и методики исследований при этом должен соответствовать задачам проводимых исследований. Поэтому эти показатели неодинаковы при оценке условий возникновения природных и антропогенных экологических рисков, а также антропогенной нагрузки на федеральном, региональном, муниципальном и локальном уровнях [1].

На федеральном уровне производится выявление природных и техногенных опасностей, и рисков. Овражная и плоскостная эрозия, оползни, карст, просадка грунтов, наводнения, климатические экстремумы, пыльные бури, техногенные опасности, биолого-социальные опасности.

На межрегиональном уровне производится районирование территории по условиям развития экологических рисков. При этом основными природными факторами возникновения негативных экзогенных процессов могут являться: коэффициент увлажнения, литологический состав рельефообразующих пород, их водопроницаемость, местный базис эрозии, долинно-балочное расчленение территории, облесенность и распаханность земель. Оценка антропогенной нагрузки на этом уровне производится с учётом: объема выбросов в атмосферу, отбора подземных и поверхностных вод, объема сточных вод, регулирования местного стока на речных и балочных водосборах, орошения земель, облесенности и распаханности земель, их загрязнения минеральными и органическими удобрениями, тяжелыми металлами и пестицидами (табл. 2).

На региональном уровне производится уточнение основных природных и антропогенных факторов возникновения экологических кризисных ситуаций на речных водосборах, которыми здесь являются: площади земель с крутизной склонов более 5°, содержание гумуса в почве, распаханность и облесенность земель, величина весеннего стока 75%-ой обеспеченности в регионе.

Основными антропогенными факторами при изучении антропогенной нагрузки на этом уровне принимаются: плотность населения, величина выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, объем сточных вод, сбрасываемых в гидрографическую сеть, величина отбора подземных и поверхностных вод, площадь сельскохозяйственных угодий, протяженность нефте-, газо- и аммиакопроводов, авто- и железных дорог, количество прудов, наличие полигонов ТБО и химически опасных объектов, АЭС, количество бензоколонок.

На муниципальном и локальном уровнях производится уточнение оценки последствий антропогенных воздействий и определение интегральных показателей интенсивности проявления экологических кризисных ситуаций. Это позволяет получить дополнительные данные о проявлении почвенной и овражной эрозии, карста, оползней, наводнений, истощении водоносных горизонтов, загрязнении воздуха, почвенного покрова и природных вод, установить опасность возникновения лесных пожаров, заболеваемости населения и аварий на дорогах.

Методы изучения природных и техногенных кризисных ситуаций, и условий их возникновения

Уровень	Масштаб	Цели исследований	Методы исследований	Основные показатели
Федеральный	1:10000000 1:2 500 000	Выявление природных и техногенных опасностей, и рисков	Картографический, математико-статистический	Овражная и плоскостная эрозия, оползни, карст, просадка грунтов, наводнения, климатические экстремумы, пыльные бури, техногенные опасности, биолого-социальные опасности
Межрегиональный	1:2 500 000 1:1 000 000	Районирование по условиям развития кризисных ситуаций	Факторный и кластерный анализ, ГИС-технологии, картографический	Коэффициент увлажнения, литологический состав рельефообразующих пород, их водопроницаемость, местный базис эрозии, долинно-балочное расчленение, облесенность и распаханность земель
		Оценка антропогенной нагрузки	Факторный и кластерный анализ, ГИС-технологии, картографический, статистический	Объем выбросов в атмосферу, отбор подземных и поверхностных вод, объем сточных вод, регулирование местного стока, орошение земель, облесенность и распаханность земель, их загрязнение удобрениями и ядохимикатами
Региональный Межмуниципальный	1:200 000 1:500 000	Выявление природных факторов развития ЧС на речных водосборах	Балльная оценка, факторный и кластерный анализ, ГИС-технологии	Крутизна склонов более 5°, содержание гумуса в почве, распаханность и облесенность земель, весенний сток 75%-ой обеспеченности
Муниципальный	1:100 000 1:50 000	Оценка техногенной нагрузки	Балльная оценка, кластерный анализ, ГИС - технологии, картографический	Плотность населения, выбросы в атмосферу, объем сточных вод, отбор подземных и поверхностных вод, сельхозугодия, нефте-, газо-, аммиакопроводы, авто- и железные дороги, пруды, полигоны ТБО, химически опасные объекты, АЭС, бензоколонки
Локальный	1:10 000	Интегральная оценка кризисной ситуации на речных и балочных водосборах	Балльная оценка, кластерный анализ, ГИС - технологии, картографический метод	Овражная эрозия, карст и оползни, наводнения, истощение водоносных горизонтов, загрязнение воздуха, почв и природных вод, лесные пожары, заболеваемость населения, аварии на дорогах

При проведении экологической диагностики поводится мониторинг состояния природной среды. Под экологическим мониторингом понимается система наблюдений, контроля и прогнозирования состояния окружающей среды, которая подвергается воздействию негативных природных и антропогенных процессов.

Мониторинг является сложной многоуровневой системой постоянных комплексных наблюдений, исследований и разработок, различных топографических, почвенных, агрохимических изысканий, необходимых для слежения в динамике за изменениями площадей категорий

земель, угодий в границах административно-территориальных единиц, сельскохозяйственных и лесохозяйственных землепользований и землевладений, а также в пределах земель несельскохозяйственного назначения; за изменениями качественного состояния почвенного покрова земель сельскохозяйственного и лесохозяйственного назначения, а также земель административно-территориальных единиц, то есть сел, городов, административных районов, областей, регионов.

Список литературы

1. Акимов В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.
2. Овчинникова Т.В., Смольянинов В.М. Условия возникновения и особенности чрезвычайных ситуаций в Центрально-черноземном регионе Воронеж: Изд. «ИСТОКИ», 2008. С. 230.
3. Смольянинов В.М., Овчинникова Т.В. Географические подходы при землеустроительном проектировании в регионах с интенсивным развитием природных и техногенных чрезвычайных ситуаций Воронеж: Изд. «ИСТОКИ», 2010. 230 с.

THE SCALE OF THE ENVIRONMENTAL CRISIS AND METHODS OF ITS STUDY

*T.V. Ovchinnikova (tvo0104@mail.ru), T.V. Ashikhmina (tv6234@yandex.ru)
Voronezh state technical University, Voronezh, Russia*

Abstract. The authors have developed the methodology for studying territories with regard to the scale of spreading emergency situations, which, by natural conditions and the extent of anthropogenic load, are typical for the European part of Russia. An integrated approach is presented for studying natural and man-made emergencies, as well as the conditions of their occurrence.

Keywords: scale, GIS, zoning, surveying, space, mapping, environment, natural, man-made, danger, risk.

УДК504.4.054

ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕК (НА ПРИМЕРЕ Р.САМАРА)

Л.И.Осадчая, lila1809@mail.ru

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь

Аннотация. Проанализирован механизм действия сброса шахтных вод на изменение водного режима р. Самары. С помощью типовых гидрографов реки, построенных за периоды с 1938 по 1962 и с 1963 по 1975 года, выявлена нестабильность весеннего половодья, увеличение средних многолетних расходов воды и увеличение доли подземного стока. Приблизительно установлен период начальных изменений водного режима реки.

Ключевые слова: река, шахта, шахтные воды, половодье, поверхностный и подземный сток, водный режим.

Сложность оценки антропогенного влияния на гидрологические параметры водных объектов заключается в необходимости сопоставления всех факторов, способствующих как количественному, так и качественному их изменению. При этом сравнительный анализ необходимо проводить между факторами как естественного, так и, собственно, антропогенного происхождения.

Как известно, ведущими факторами, влияющими на водность рек, являются: годовое количество осадков, величина поверхностного и подземного стока, степень облесенности бассейна, характер подстилающей поверхности и др. В свою очередь, перечисленные факторы так или иначе, находятся под влиянием факторов антропогенного происхождения: сельскохозяйственной освоенности и степени урбанизации территории речного бассейна, зарегулированности исто-

ка, что может в корне изменить естественный водный режим рек, тип питания, характер русловых процессов.

В качестве примера можно привести р. Днепр, изменение водного режима которого произошло за счет зарегулирования стока. Что же касается малых и средних рек, то в изменении их водного режима наибольшую роль играет неконтролируемый сброс сточных и возвратных вод.

Характерной чертой такого вида трансформации водного режима рек является нестабильность и размытость изменений, происходящих в течении года. Общую динамику изменений можно проследить только при наличии многолетних наблюдений до и после воздействия определённого антропогенного источника. В связи с этим важным этапом исследования изменения параметров рек является определение исходной точки преобразования элементов водного баланса.

Как пример, рассмотрим влияние сброса шахтных вод на гидрологический режим р. Самары в пределах Днепропетровской области. Сброс шахтных вод производится ОАО «Павлоградуголь», в составе которого 10 функционирующих шахт. Сброс осуществляется через систему прудов-накопителей балок Косьминная, Таранова и Свидовок.

Опорной точкой для анализа принят 1963 год – год основания предприятия. Наиболее четкую картину антропогенных преобразований параметров стока реки можно получить путем сравнения типовых гидрографов до и после введения в эксплуатацию предприятия. Для этого необходимо проанализировать данные по расходу воды и шахтному водопритоку не менее чем за двадцатилетний период, в данном случае с 1938 по 1975 год. Построение типовых гидрографов и графиков шахтного водопритока проводилось по данным гидрометеослужбы и ОАО «Павлоградуголь».

На приведенных ниже типовых гидрографах (рисунок 1) достаточно четко видны изменения весеннего половодья в период 1963-1975 гг. (далее гидрограф №2) по отношению к периоду 1938-1962 гг. (далее гидрограф №1). Доля весеннего половодья гидрографа №2 значительно больше (42% от общего стока), чем доля весеннего половодья гидрографа №1 (34%). Кроме того, весеннее половодье второго исследуемого периода характеризуется многовершинностью, что может указывать на нестабильность выпадения осадков, либо на увеличение стока за счет сброса шахтных вод. Следует отметить, что согласно данным [1] период с 1963 года по 1975 характеризуется как засушливый (исключение – 1966 год). В отличие от данного периода, период с 1938 года по 1962 год характеризовался как более влажный с количеством осадков, превышающим 600 мм. Это обусловило четко выраженное весеннее половодье с двумя паводками (25% от общего стока). Также важной чертой рассматриваемых периодов является значительное увеличение доли подземного стока, что также может указывать на факт увеличения сброса шахтных вод в реку.

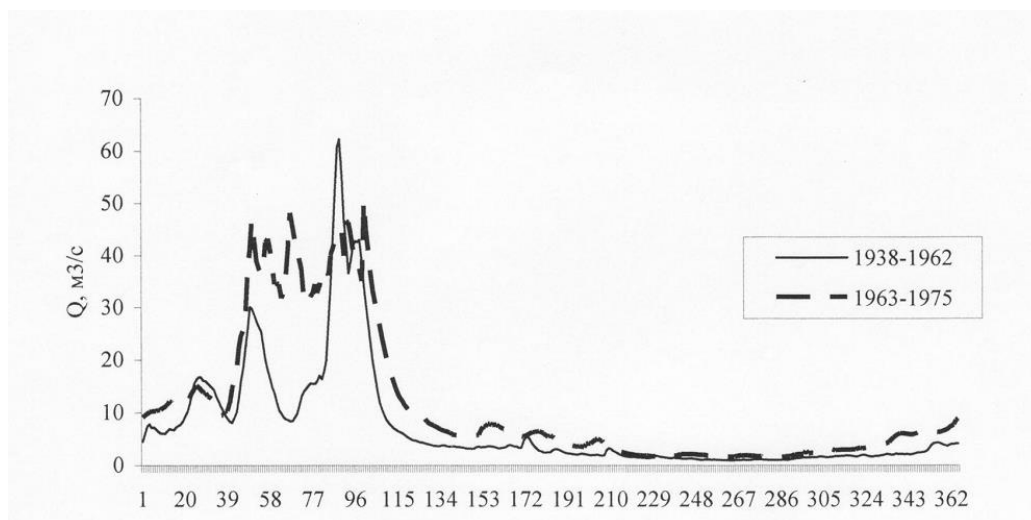


Рис. 1. Типовые гидрографы р. Самары

Следует отметить, что средний расход воды за первый период составил $7,2 \text{ м}^3/\text{с}$, а за второй – $11,4 \text{ м}^3/\text{с}$ (для сравнения, средний расход р. Самары за период с 1976 по 2000 гг. составил $16 \text{ м}^3/\text{с}$).

Нестабильность протекания весеннего половодья, увеличение доли подземного стока и увеличение средних расходов реки может указывать на тот факт, что в период с 1963 по 1975 гг. начали происходить изменения водного режима реки.

Для подтверждения причастности функционирования угледобывающего предприятия к изменению водного режима реки проведем ретроспективный анализ притока шахтных вод за период 1963-2001 гг. Выявлено, что на протяжении всего периода наблюдалась положительная динамика водопритока. Такой тренд обусловлен увеличением производственной мощности предприятия путем постепенного введения в эксплуатацию новых шахт.

Второй причиной стабильного увеличения притока шахтных вод может быть вскрытие глубокозалегающих, недренированных рекой водоносных горизонтов. Подтверждением вышеизложенного могут служить скачкообразные повышения притока шахтных вод с 1966 по 1986 гг. и с 1987 по 2001 гг.

С учетом периода, когда наблюдалась трансформация водного режима р. Самары и сроков введения в эксплуатацию первой шахты можно предположить, что период начальных изменений стока реки находится между 1965 и 1967 гг.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что с момента введения в эксплуатацию угледобывающего предприятия естественный гидрологический режим р. Самара претерпел значительные изменения.

Список литературы

1. Горб А.С. Климат Днепропетровской области / А.С. Горб, Н.Н. Дук. – Д., 2006. – С. 98-99.

FEATURES OF ANTHROPOGENIC CHANGES IN THE HYDROLOGICAL PARAMETERS OF RIVERS

(ON THE EXAMPLE OF THE SAMARA RIVER)

Osadchaya L. lila1809@mail.ru

Sevastopol State University, g. Sevastopol

Abstract. The mechanism of the action of mine water discharge on the change in the water regime of the river is analyzed. Samara. Using typical river hydrographs built during the periods from 1938 to 1962 and from 1963 to 1975, instability of the spring flood, an increase in the average long-term water discharge and an increase in the share of underground flow were revealed. The period of initial changes in the water regime of the river is approximately set.

Keywords: river, mine, mine water, high water, surface and underground runoff, water regime.

УДК 504.064

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ АНТРОПОТЕХНОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЯДЕ ГОРОДОВ РФ

И.С. Помеляйко, i.pomelyayko@yandex.ru

*Общество с ограниченной ответственностью «Нарзан-гидроресурсы»,
г. Кисловодск, Россия*

Аннотация. С целью объективной диагностики экологического состояния ряда городов РФ был выполнен системный анализ ряда природных сред. Для решения данной задачи применялись наземные методы экологического мониторинга: физико-химические методы, биоиндикация, методы статистической и математической обработки данных, математическое моделирование. Были собраны и проанализированы результаты мониторинга атмосферы, речных вод, почв и медико-демографические показатели здоровья населения по 28 крупным промышленным

городам официально отнесенным к наиболее загрязненным городам РФ и 4 курортам федерального значения, входящим в конурбацию Кавказских Минеральных Вод (КМВ). Получены следующие выводы: среднее содержание поллютантов в почвах и реках курортов соответствует их концентрации в аналогичных средах ряда крупных промышленных городов с критическим ЭС. Интегральная оценка состояния здоровья населения промышленных центров и курортов, соответствует критической экологической ситуации. Автором предложен расчет суммарной величины антропогенной нагрузки (ВАН) на окружающую среду данного населенного пункта, на основании которого выполнено дифференцирование территорий рассматриваемых городов. Результаты свидетельствуют о том, что экологическое состояние курортов КМВ далеко от благополучного и может классифицироваться как напряженное.

Ключевые слова: курорты КМВ, промышленные города, экологическое состояние, системный анализ, диагностика, величина антропогенной нагрузки.

Задачей данного исследования было определить экологическую обстановку на бальнеоклиматических курортах федерального значения РФ и сопоставить её с промышленными городами. С этой целью, на первом этапе, полученные по городам-курортам КМВ оценочные критерии (ИЗА, $K_{атм}$, ИЗВ, Z_c , Z_k , Z_n , КН) сравнивались с аналогичными показателями крупных промышленных городов. В основу оценки экологического состояния курортов КМВ были положены данные многолетнего мониторинга (2010-2018 гг.) который включал регулярный отбор проб на химические, микробиологические и радиологические анализы почв, рек, подземных (грунтовые и артезианские) вод. Выполнен сбор и анализ информации (1994-2016 гг.) о концентрации ряда загрязняющих веществ в атмосфере курортов. Установлены загрязняющие вещества (ЗВ), регулярно превышающие ПДК в природных акцепторах [1,2,4]. На втором этапе были собраны и проанализированы данные результатов мониторинга атмосферы, почв и речных вод 28 наиболее загрязненных городов РФ, таких как – Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Саратов, Самара, Воронеж, Волгоград, Пермь, Архангельск, Новосибирск, Уфа, Челябинск, Казань, Екатеринбург, Омск, Томск и др [3,5,6]. В данной работе приводится сопоставительный анализ данных по загрязненности атмосферы, почв и речных вод. Для системного анализа всего природного комплекса необходимо изучение, как сред-накопителей, так и сред-переносчиков ЗВ. Только в данном случае можно получить достоверную информацию о сложившейся на исследуемой территории экологической ситуации. Важным аспектом оценки экологического состояния территории является отсутствие системного подхода. Так, при оценке загрязнения атмосферного воздуха чаще всего используют индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), либо показатель загрязнения атмосферы К.А. Буштуевой ($K_{атм}$) [7]. И в том и в другом случае в формулы вводится класс опасности ЗВ. В первом случае это осуществляется путем расчета безразмерного коэффициента, рассчитываемого в зависимости от класса опасности загрязняющего вещества (ЗВ). Во втором, путем умножения величины ПДК на класс опасности анализируемого ЗВ. При оценке ЭС других природных сфер – педосферы, гидросферы, класс опасности веществ входящих в комплексные показатели загрязнения (ИЗВ, УКИЗВ, Z_c , Z_k) не учитывается. В этом случае, при расчетах нет никакой разницы присутствуют ли в воде и почвах ртуть и бериллий отнесенные к 1 классу опасности, или сульфаты и аммоний относящиеся к 4 классу опасности.

АТМОСФЕРА. Оценка загрязнения атмосферного воздуха проводилась по показателю загрязнения атмосферы $K_{атм}$:

$$K_{атм} = \left(\frac{C_1}{N_1 * ПДК_{C1}} + \frac{C_2}{N_2 * ПДК_{C2}} + \frac{C_n}{N_n * ПДК_{Cn}} \right), \quad (1)$$

где $C_{1,n}$ – среднесуточные концентрации отдельных компонентов загрязнения, присутствующих в атмосферном воздухе; $ПДК_{C1, Cn}$ – среднесуточная ПДК компонентов загрязнения атмосферы; N – коэффициент, величина которого зависит от класса опасности вещества.

На следующем этапе, с целью уточнения насколько рационально (безопасно) с экологической точки зрения размещена в данном городе промышленная зона, $K_{атм}$ был дополнен экспозицией воздействия суммы загрязнений по повторяемости направлений ветров за год (t).

$$K_{t_{амм}} = \left(\frac{C_1}{N_1 * ПДК_{C1}} + \frac{C_2}{N_2 * ПДК_{C2}} + \frac{C_n}{N_n * ПДК_{Cn}} \right) * t, \quad (2)$$

Параметр трасссчитывается по формуле: $t=P/P_0$, где P – среднегодовая повторяемость направления ветра по румбу от источника загрязнения на жилую зону (%); P_0 – процент повторяемости направлений ветров одного румба при круговой розе ветров.

При расчете для городов-курортов в формулу (1) вводилась поправка, вместо ПДК_{C1, Cn} принималось 0,8 ПДК_{C1, Cn} поскольку данное требование прописано для зон санитарной охраны курортов в п. 3.3.2.ГОСТ 17.2.3.02-2014. Превышение $Kt_{амм}$ над $K_{амм}$ более чем в 2 раза свидетельствует о существенном негативном влиянии выбросов в атмосферу от промзон на состояние воздушного бассейна над городской территорией. К наиболее неблагоприятным в данном плане городам можно отнести: Архангельск, Барнаул, Владивосток, Волгоград, Ижевск, Иркутск, Кемерово, Нижний Новгород, Новосибирск, Пенза, Пермь и Томск. Минимальное суммарное загрязнение от промзон получают такие города как: Воронеж, Железноводск, Екатеринбург, Казань, Москва и Уфа. Оценивая в целом загрязнение атмосферы рассматриваемых городов можно выделить 10 наиболее неблагоприятных – Владивосток ($Kt_{амм} = 13,41$), Новосибирск (13,37), Кемерово (13,14), Иркутск (12,97), Барнаул (10,62), Пермь (10,34), Челябинск (8,82), Волгоград (8,43), Ижевск (7,33) и Екатеринбург (7,30).

РЕКИ. В рамках работы анализировались концентрации ЗВ в контрольных пунктах гидрохимических наблюдений, расположенных на реках протекающих по территории 32 исследуемых городов. Анализировались данные полученные в период с 2000 по 2018 гг. Интегральная оценка загрязнения рек по гидрохимическим показателям осуществлялась по индексу загрязнения вод (ИЗВ). Расчет ИЗВ выполнялся по 6 показателям в число которых входили концентрации марганца, меди, свинца, цинка, азота нитритного и биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅). В качестве ПДК принимались наиболее жесткие из следующих нормативов: приказ № 552 от 13 декабря 2016 года «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения» и ГН 2.1.5.1315-03 для объектов культурно-бытового водопользования. Мониторинг на курортах КМВ проводился на рр. Белая, Березовая, Ольховка, Аликоновка, Бугунта, Юца и Джемуха. Замеры проводились 1–2 раза в сезон с обязательным отбором проб в паводок, межень и половодье. Количество постов наблюдения составило: в Кисловодске – 15, Ессентуках – 6, Железноводске – 4, Пятигорске – 7. Химический анализ каждой пробы воды включал определение 32 компонентов в которые вошли основные ионы речных вод; индикаторы, характеризующие способность воды к самоочищению; тяжелые металлы (ТМ); индикаторы различных видов загрязнений; компоненты с повышенным на КМВ фоновым содержанием; неорганические ядовитые вещества; показатели радиационной безопасности. Микробиологические исследования воды включали определение – КМАФАнМ, БГКП, БГКП фекальные, *Pseudomonas aeruginosa*. При одновременном присутствии в воде двух или более веществ 1-2 классов опасности, характеризующихся однонаправленным механизмом токсического действия по каждой пробе рассчитывался лимитирующий показатель вредности.

В зависимости от полученного ИЗВ водные объекты региона КМВ классифицированы по степени загрязнения следующим образом: чистые (1,6 % всех проб), умеренно-загрязненные (23,8 %), загрязненные (66,7 %), грязные (3,2 %) и очень грязные (4,8 %). Доля неблагоприятных по микробиологическим показателям проб варьирует в зависимости, от сезона года достигая 94 %. По лимитирующему показателю вредности (ЛПВ) 98 % проб не отвечают требуемым нормативам. Во всех реках обнаружены вещества 1–2 классов опасности – мышьяк, кадмий, свинец, никель, стронций, селен, барий, нитриты, в концентрациях превышающих ПДК.

Диагностируя состояние поверхностных водотоков промышленных центров по величине ИЗВ, можно отметить, что, рр. Барнаулка и Миасс относятся к VII классу качества – чрезвычайно грязные; рр. Омь, Сетунь, Славянка, Исеть соответствуют VI классу качества – очень грязные; рр. Ельцовка-1, Свяга, Джемуха, Бугунта, Белая, Юца, Кневичанка классифицируются как грязные – V класс качества. Остальные реки могут быть отнесены к загрязненным (IV класс качества).

Практически во всех реках приоритетными загрязняющими веществами являются Mn (1,6-100 ПДК), Cu (2-82 ПДК), Pb (1,3-10 ПДК), Zn (1,3-10 ПДК), Fe (1,1-17 ПДК), нефтепродукты (1,5-16 ПДК), фосфаты (1,4-14 ПДК). Из биогенных веществ основным загрязнителем является NO₂ (2-58 ПДК). Неблагоприятный кислородный режим отмечается на рр. Славянка (7,6), Кневичанка (7,5) и Мулянка(7,1) здесь зафиксированы максимальные значения БПК₅. Минимальные концентрации растворенного кислорода зафиксированы в рр. Казанка (1,45 мг/дм³), Исеть (3,65 мг/дм³) и Славянка (5,4 мг/дм³). Максимальные концентрации ЗВ наблюдаются в реках Мулянка (Al, NO₃), Юца (Cu, Ni, NO₂), Барнаулка (Mn, фенолы), Миасс (Pb, Zn, фосфаты), Казанка(Fe), Омь (нефтепродукты). По величине интегральной оценки загрязнения речных вод из анализируемых городов наиболее неблагополучными являются Барнаул, Челябинск, Омск, Москва, СПб, Екатеринбург.

ПОЧВЫ. Геохимический мониторинг осуществлялся с 2011 по 2018 гг, в различных функциональных зонах (ФЗ) в пределах городской черты гг. Эссентуки, Железноводск, Кисловодск, Пятигорск. Мониторинг грунтов осуществлялся методом ключевых участков с глубиной отбора 0,1 м, то есть максимально трансформированный слой, непосредственно контактирующий с поверхностью. Пробы отбирались весной и (или) осенью методом конверта. Размер конверта принимался 3×3 м. Пробы отбирались на регламентируемых ФЗ: детские площадки, рекреационные и селитебные зоны, первые зоны санитарной охраны водоемов, вблизи крупных автомагистралей и железнодорожного полотна, приусадебные участки, промышленные зоны. Плотность отбора в рамках данного исследования составила 1 проба/5 км², что допустимо поскольку были обследованы все ФЗ курортов. Количество опытных площадок (ОП) составило: в Кисловодске – 14, Эссентуках – 14, Железноводске – 12, Пятигорске – 17. С каждой площадки отбиралась одна объединённая проба, составленная из 5 точечных. За фон принимались параметры грунта, отобранного на юго-востоке г. Кисловодска в курортном парке на горе Малое Седло высотная отметка 1219 м. Такая территория получает минимальное антропогенное воздействие и является автономной.

Химический анализ грунтов включал определение 21 показателя. Это вещества 1–2 класса опасности, вещества с повышенным в почвах региона КМВ природным содержанием, индикаторы различного вида загрязнений, показатели радиоактивности пород зоны аэрации, пестициды, кислотность среды (рН). Оценка степени эпидемической опасности почвы включала согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 определение бактерий группы кишечной палочки (БГКП), энтерококков, патогенных бактерий, яиц гельминтов, личинок – Л куколок и К-мух. Индекс БГКП превышен в 10 – 100 и более раз, индекс энтерококков в 10 и более раз. Полученные результаты [б]сопоставлялись со средневзвешенным содержанием валовых форм ЗВ в селитебных ФЗ промышленных городов. Для оценки концентраций ТМи суммарного загрязнения почв рассчитывались геохимические показатели Z_ф (приведенные к фону), Z_к (приведенные к кларку), Z_п (приведенные к ПДК). В зависимости от полученного Z_ф почвы курортов КМВ классифицированы по степени загрязнения следующим образом: допустимая категория (15 % всех проб), умеренно-опасная (64 %), опасная (21 %). Характерными ЗВ для почв Кисловодска являются – мышьяк, кадмий, фтор, нефтепродукты; Эссентуков – аммонийный азот, нитратный азот, никель; Железноводска – цинк, медь, никель, стронций, алюминий, марганец, фосфаты, цезий-137; Пятигорска – ртуть, свинец, нефтепродукты, стронций-90.

Характеризуя состояние почв промышленных городов можно отметить, что максимальные концентрации свинца зафиксированы в Екатеринбурге (3 ПДК), Владивостоке (2,7 ПДК), Нижнем Новгороде и Волгограде (2,6 ПДК). Наибольшее содержание в почвах кадмия характерно для Челябинска (2,9 ПДК), Кемерово и Тольятти (1,5 ПДК). Превышение по цинку установлено в Уфе (8,9 ПДК), Пензе (4,3 ПДК) и Нижнем Новгороде (4,1 ПДК). Максимальные концентрации меди выявлены в Тольятти (2,8 ПДК), Иркутске (2,1 ПДК), Новосибирске (2 ПДК) и Омске (1,7 ПДК); никеля в Тольятти (2,6 ПДК), Иркутске (2,3 ПДК), Уфе (2,2 ПДК), Саратове и Перми (1,6 ПДК). Концентрация ртути превышена в почвах Саратова (1,6 ПДК) и Челябинска (1,7 ПДК). Содержание марганца превышает нормативы в грунтах Перми (2 ПДК),

Иркутска и Саратова (1,4 ПДК); мышьяка в Омске (2,7 ПДК), Саратове (2,6 ПДК), Благовещенске (1,8 ПДК) и Волгограде (1,4 ПДК).

По величине суммарного показателя загрязнения Z_{ϕ} наиболее неблагоприятными являются такие города как Челябинск, Екатеринбург, Иркутск, Ижевск, Уфа, Казань и Нижний Новгород. По величине суммарного показателя загрязнения почв Z_{π} соответственно Челябинск, Екатеринбург, Иркутск, Тольятти, Омск, Уфа и Пенза.

На следующем этапе для сопоставления ЭС курортов КМВ и крупных промышленных центров были проанализированы медико-демографические показатели здоровья населения (биологический мониторинг). Были собраны и проанализированы данные за 10-летний период (2005-2015 гг.) по 10 нозологическим формам заболеваний относимым к эколого-зависимым у детей (0-14 лет) зарегистрированные впервые в жизни. Анализировались следующие нозологические единицы: общая заболеваемость; врожденные пороки развития; врожденные аномалии системы кровообращения; синдром Дауна; детский церебральный паралич; новообразования (НО); поллиноз; астма; отдельные состояния возникающие в перинатальном периоде. Анализировался также показатель младенческой смертности. Были рассчитаны средние многолетние значения и темпы прироста. Необходимость исследований обусловлена тем, что физико-химические методы указывают лишь на содержание определенных загрязнителей и не могут дать ответа на вопрос о качестве окружающей среды, её пригодности для обитания, а тем более оздоровления человека. Поскольку статистическая информация по медико-демографическим показателям здоровья населения по отдельным городам отсутствует, была проанализирована ситуация по субъектам РФ, что возможно принимая допущение о том, что показатели здоровья населения в крупных промышленных городах в большинстве своем являющихся краевыми и областными центрами, соответствуют либо превосходят среднекраевые показатели. По средним многолетним данным по синдрому Дауна Ставропольский край (СК) занимает 1 место (899 детей на 100 000 детского населения). Для сравнения в Москве – 591,4, Санкт-Петербурге – 714. Анализ темпов прироста по НО свидетельствует о неблагоприятной динамике в СК – прирост (на 63 %), в Москве – 41,7 %, СПб – 189,4 %. Темпы прироста врожденных аномалии системы кровообращения в СК составили – 368,6 %, в Москве – 97,6 %, СПб – 280,9 %.

Суммарная величина антропогенной нагрузки (ВАН) на окружающую среду данного населенного пункта рассчитывается по формуле:

$$\text{ВАН} = (K_{\text{атм}} + K_{\text{вод}} + K_{\text{почвы}} + K_{\text{рад}}) / N, \quad (1)$$

где $K_{\text{атм}}$ – показатель загрязнения атмосферы; $K_{\text{вод}}$ – показатель загрязнения поверхностных вод; $K_{\text{почвы}}$ – показатель загрязнения почв; $K_{\text{рад}}$ – показатель радиационного загрязнения; N – число единиц, соответствующих количеству учтенных пофакторных оценок.

Данные по суммарной величине антропогенной нагрузки представлены на рисунок 1. Расчет ВАН осуществлялся по 3 показателям – $K_{\text{атм}}$, $K_{\text{вод}}$, $K_{\text{почвы}}$.

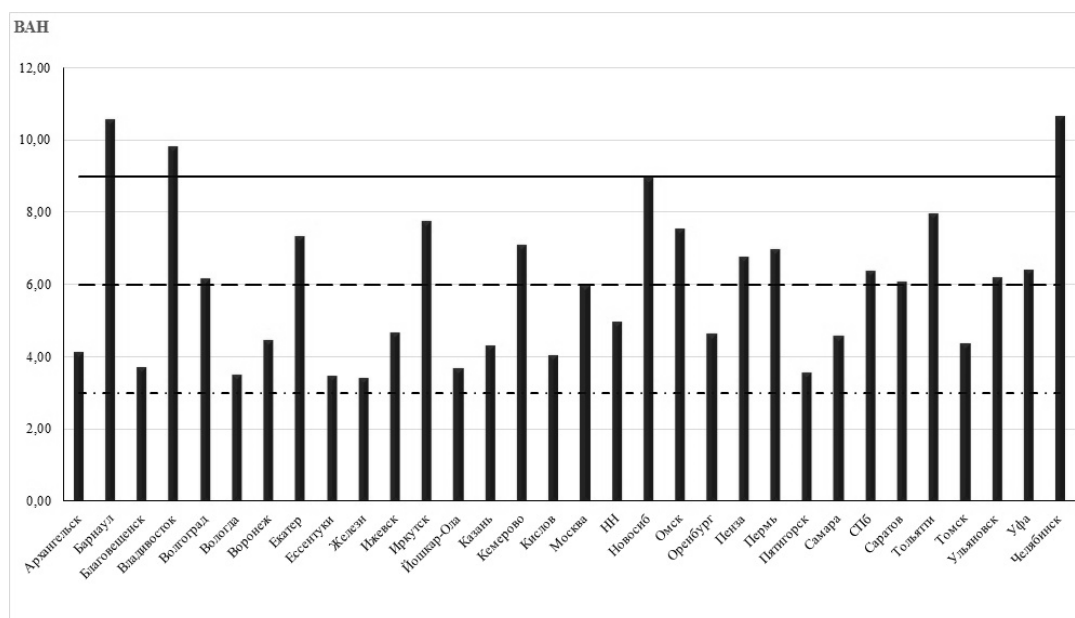


Рис. 1. Величина антропогенной нагрузки на территорию ряда городов РФ

Согласно предложенной методике исходя из значения ВАН экологическое состояние территории можно дифференцировать как:

1. Удовлетворительное (ВАН ниже или равна числу учтенных факторов N);
2. Напряженное ($N < \text{ВАН} \leq 2N$);
3. Критическое ($2N < \text{ВАН} \leq 3N$);
4. Катастрофическое ($\text{ВАН} > 3N$).

Среди анализируемых городов отсутствуют те, чья $\text{ВАН} \leq 3$.

К городам с $\text{ВАН} \leq 6$ (ЭС напряженное) относятся – Архангельск, Благовещенск, Вологда, Воронеж, Ессентуки, Железноводск, Ижевск, Йошкар-Ола, Казань, Кисловодск, Оренбург, Нижний Новгород, Пятигорск, Самара, Томск.

Города с критическим ЭС, где $\text{ВАН} \leq 9$ – Волгоград, Екатеринбург, Иркутск, Кемерово, Москва, Омск, Новосибирск, Пенза, Пермь, СПб, Саратов, Тольятти, Ульяновск, Уфа.

К городам с катастрофическим ЭС, с $\text{ВАН} > 9$ отнесены – Барнаул, Владивосток и Челябинск.

Список литературы

1. Малков А.В., Першин И.М., Помеляйко И.С. Анализ экологического состояния гидро-минеральной базы курорта Кисловодск // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2016. № 1. С. 12-22.
2. Малков А.В., Першин И.М., Помеляйко И.С. Проблемы экологической безопасности гидроминеральной базы курорта Кисловодск // Актуальные проблемы гидролитосферы (диагностика, прогноз, управление, оптимизация и автоматизация): Сб. докладов. 2015. С. 92-116.
3. Помеляйко И.С. Анализ экологического состояния ряда природных сред отдельных городов РФ/Геозкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2018. № 2. С. 61-73.
4. Помеляйко И.С., Помеляйко В.И. Комплексная антропогенная нагрузка на городскую территорию ряда крупных промышленных городов и курортов федерального значения России // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. М.: 2016. № 1. С. 47-55.
5. Помеляйко И.С. Определение комплексной антропогенной нагрузки на городскую территорию ряда городов РФ// Сергеевские чтения. Инженерная геология и геозкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи. Вып. 18. Материалы годичной сессии Научного совета РАН. М.: РУДН, 2016. С. 340-345.
6. Помеляйко И.С. Эколого-геохимическое ранжирование селитебных зон ряда курортных и промышленных городов РФ по трем оценочным показателям загрязнения почв// Геозкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2017. № 1. С. 28-39.
7. Унифицированные методы сбора данных, анализа и оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды: Методические рекомендации. М.: Минздрав России, 1996. 35 с.

THE ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF ANTHROPOTECHNOLOGICAL ACTIVITY IN A NUMBER OF CITIES OF THE RUSSIAN Federation

I.S. Pomelyayko, i.pomelyayko@yandex.ru

Limited Liability Company "Narzan-hydroresources", Kislovodsk, Russia

Abstract. In order to objectively diagnose the ecological status of a number of cities in the Russian Federation, a system analysis of a number of natural environments was performed. To solve this problem, ground-based environmental monitoring methods were used: physico-chemical methods, bioindication, methods of statistical and mathematical data processing, mathematical modeling. The results of monitoring of the atmosphere, river waters, soils and demographic and health indicators of population health in 28 large industrial cities officially classified as the most polluted cities of the Russian Federation and 4 resorts of federal importance included in the Caucasian Mineral Waters (CMW) were collected and analyzed. The following conclusions were obtained: the average content of pollutants in the soils and rivers of the resorts corresponds to their concentration in similar environments of a number of large industrial cities with critical ES. The integral assessment of the health status of the population of industrial centers and resorts corresponds to a critical environmental situation. The author has proposed a value of the total anthropogenic load (VAL) on the environment of a given locality, on the basis of which the differentiation of the territories of the cities under consideration was performed. The results indicate that the ecological status of CMW resorts is far from prosperous and can be classified as stressful.

Keywords: CMW resorts, industrial cities, ecological state, system analysis, diagnostics, Value of Anthropogenic Load.

УДК550.34.013.4

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.М. Ретина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж

Аннотация. Проведено изучение специфики акустического воздействия на окружающую среду, возникающего при проведении буровзрывных работ на карьерах нерудных полезных ископаемых. Особенности природопользования создают необходимость организации и проведения комплексных геоакустических исследований, способствующих выработке и внедрению природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: акустическое воздействие, геоэкологический анализ, шумовое загрязнение, шумомер.

Для регионов России добыча полезных ископаемых имеет большое значение. Однако наряду с экономической рентабельностью освоения месторождений процесс добычи сопровождается целым рядом факторов, приводящих к возникновению различных геоэкологических проблем [2]. Анализ материала, посвященного изучению геоэкологических аспектов процесса добычи полезных ископаемых [1,2,6,7], показал многоплановость направлений исследований, среди которых ведущее место занимают вопросы оценки степени негативного воздействия буровзрывных работ на компоненты техно-природной среды.

Одним из самых малоизученных факторов негативного воздействия на компоненты природной среды, возникающего при проходке карьеров является, шумовое загрязнение. При этом шумовое воздействие при проведении буровзрывных работ на карьерах по разработке строительного сырья повышенной плотности проявляется не только в рабочей зоне карьера, но и оказывает влияние на прилегающие селитебные и рекреационные территории. Шумовые эффекты зависят как от несоблюдения технологических регламентов, так и особенностей технологического процесса при проведении работ. Шумовое воздействие от дробления породы локализуется в пределах горной выработки, но акустические эффекты могут усиливаться сопровождающими производствами и транспортными магистралями.

Вместе с тем, шум может распространяться на достаточно большие расстояния. На распространение шумового импульса оказывают влияние такие факторы как наличие брешей в обваловке, полезащитные лесополосы с акустическими окнами. Комплексное длительное воздействие шумовой нагрузки, не характерной для населенных пунктов, формирует зоны с негативными акустическими характеристиками для проживания населения. Акустическое воздействие на человека в таких зонах достигает порогового уровня ощущений (болевого порог) 90-100 дБ при постоянно фиксируемом уровне шума в 60 дБ [8-10].

На горнодобывающих предприятиях организован экологический мониторинг, имеющий узкую специализированную направленность. В частности, при проведении экологического мониторинга проводится изучение качества подземных и поверхностных вод, эпизодически встречаются исследования, направленные на изучение качества почв в пределах горного отвода [4-6].

Наряду с этим, экологические исследования, проводимые на горнодобывающих предприятиях, не учитывают опосредованного влияния районов добычи на компоненты окружающей природной среды и здоровье населения по эколого-геофизическим критериям. Вместе с тем, на современном этапе при эколого-акустическом мониторинге не рассматриваются такие параметры как частота взрывов, их продолжительность, сезонность и метеорологические условия. Акустическое влияние процессов добычи полускальных горных пород в отечественных исследованиях не достаточно изучено. Однако доказано, что на уровень распространения звука влияют: мощность взрыва, крепость горной породы, расстояние от эпицентра взрыва, метеорологические факторы, рельеф местности, лесные насаждения.

В ходе проведенных исследований определено, что процесс максимального приращения интенсивности звука проявляется в инфразвуковом и низкочастотном диапазоне до 38 дБ. До-

казано, что этот низкочастотный диапазон особенно влияет на состояние здоровья человека. Амплитуда акустического фона может варьировать в диапазоне от низких частот (52 дБ) до инфразвуковых критических параметров (> 90 дБ).

Для малых и средних масс взрывчатых веществ удельное приращение для всех частотных диапазонов незначительны, т.е. взрывы с массами до 7,8 тонн слабо воздействует на акустику. При увеличении тоннажа закладки удельное приращение резко возрастает. Особенно это характерно для инфразвуковых и низкочастотных диапазонов (менее 100 Гц), являющимися наиболее опасными для человека.

Проведенный геоэкологический анализ, учитывающий особенности территориального природопользования, позволил выявить как смягчающие, так и отягчающие факторы, оказывающие влияние на уровень шумового загрязнения территории.

При взрывании короткозамедленных зарядов на горнодобывающих предприятиях происходит формирование нескольких очередей ударных воздушных волн поступательного характера. Воздействие сформированных взрывом ударных волн формирует эффект вибрации, который передается через плотные слои атмосферы и воспринимается и оказывает непосредственное воздействие на прилегающие объекты, в том числе и на человека, как напрямую так и опосредованно. Помимо вибраций, генерируемых ударной волной, источниками вибраций и шума служат оборудование и транспорт.

Таким образом, к смягчающим факторам можно отнести наличие как естественных (леса), так и искусственных преград (плотность застройки, акустические волнорезы) на пути распространения шумового загрязнения, а к отягчающим – большой тоннаж взрывов, их высокая периодичность, наличие в районе разработки месторождения густой транспортной сети и др.

Изученные особенности природопользования создают необходимость организации и проведения комплексных геоакустических исследований способствующих выработке и внедрению природоохранных мероприятий.

Список литературы

1. Гончаров А.И., Куликов В.И. Акустические волны при массовых взрывах в карьерах/ А.И. Гончаров, В.И. Куликов // Физика горения и взрыва. Новосибирск. 2004. Т. 40. № 6. С. 101-106.

2. Кизеев А.Н., Жиров В.К., Ушамова С.Ф., Коклянов Е.Б., Никанов А.Н., Кульнев В.В., Базарский О.В. Экогеосистемы горнодобывающего класса северо-запада Восточно-Европейской платформы / А.Н. Кизеев, В.К. Жиров, С.Ф. Ушамова, Е.Б. Коклянов, А.Н. Никанов, В.В. Кульнев, О.В. Базарский // Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика) Коллективная монография. Под.ред. проф. И.И. Косиновой. Воронеж. 2015. С. 282-326.

3. Косинова И.И., Репина Е.М. Проблемы экологического состояния подземных вод в зоне влияния горнодобывающего предприятия / И.И. Косинова, Е.М. Репина // Водные и лесные ресурсы России: проблемы и перспективы использования, социальная значимость. Пенза. 2006. С. 24-27.

4. Кульнев В.В. Геоэкологические модели депонирующих сред территории горнодобывающих предприятий / В.В. Кульнев // диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Военный авиационный инженерный университет. Воронеж. 2011. 256 с.

5. Кульнев В.В., Базарский О.В. Комплексная методика геоэкологической оценки территории горнодобывающих предприятий / В.В. Кульнев, О.В. Базарский // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. Москва. 2011. № 2. С. 142-147.

6. Почечун В.А. Региональный геоэкологический анализ природно-техногенной геосистемы горно-промышленного комплекса Среднего Урала / В.А. Почечун // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Пермь. 2008. 22 с.

7.Репина Е.М. Оценка акустически безопасной зоны при буровзрывных работах в карьерах по добыче известняка / Е.М. Репина // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы. Воронеж. 2015 . С. 306-308

8.Репина Е.М., Надежка Л.И., Пивоваров С.П. Специфика динамики эколого-геологических условий в центральной части Восточно-Европейской платформы в зоне влияния Сокольско-Ситовского месторождения известняков // Е.М. Репина, Л.И. Надежка, С.П. Пивоваров // В сборнике: Экологическая геология: Теория, практика и региональные проблемы. Воронеж. 2015. С 169-175.

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF NOISE POLLUTION IN MINING AREAS

E.M.Repina, E-mail:repinaem@mail.ru

VoronezhState UniversityVoronezh

Abstract. The study of the specifics of the acoustic impact on the environment arising during the drilling and blasting operations in non-metallic mineral quarries has been carried out. Features of environmental management in this area create the need for organizing and conducting integrated geo-acoustic studies that contribute to the development and implementation of environmental protection measures.

Key words: acoustic impact, geo-ecological analysis, noise pollution, sound level meter.

УДК 504.062

ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЕ ХВОСТЫ БЫВШЕЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ОАО «КАРАБАШСКИЙ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫЙ КОМБИНАТ»

В.Н. Рудашевский¹, Н.С. Рудашевский¹, А.В. Антонов², О.В. Аликин¹, А.А. Горбунов¹, О.Н. Андреева³, О.В. Боброва⁴

vlad.rudashevsky@gmail.com, nrudash@list.ru, o.v.alikin@ya.ru, art.gor.psu@ya.ru

*1 – ООО «ЦНТ Инструментс», г. Санкт-Петербург; 2 – Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, г. Санкт-Петербург
3 – ООО «СК-проект», г. Челябинск; 4 – ООО «Коралайна Инжиниринг», г. Москва*

Аннотация. На территории г. Карабаш (Россия) существует проблема ликвидации накопленного с 1910 г. экологического ущерба. ООО ЦНТ «Инструментс» с использованием оригинальной 3D минералогической технологии проведено новое исследование бесхозных Au-содержащих (9.2 млн тонн, среднее 0.96 г/т Au) промышленных отходов бывшей обогатительной фабрики. Самородное золото в шламах варьирует по составу в интервале 54.7-100 масс.% Au, среднее 89.0 ± 2.1 (132 микрондовых анализа в 95 зернах); размеры частиц (ECD, мкм) 11-243, среднее 55 ± 15 ; доминируют свободные зерна, в подчиненных количествах «открытые» сростки с пиритом. Оценка потенциального ресурса золота, складированного на хвостохранилищах г. Карабаш, по рыночным ценам металла, \$343 млн. или 22.2 млрд. руб. Карабашский золотосодержащий продукт является крупным месторождением золота техногенного типа. Переработка тестовой пробы этой руды по технологии действующего золотодобывающего предприятия ООО «Березовский рудник» показала извлечение 98 % содержащегося в ней золота. Успешная переработка золотоносных шламов может быть использована и для решения экологических проблем г. Карабаш.

Ключевые слова: золото, 3D минералогическая технология, гидросепарация, технологии извлечения золота, щелочное цианирование, утилизация отходов обогатительной фабрики.

На территории г. Карабаш (Челябинская обл.) существует проблема ликвидации накопленного в течение 1910-1985 гг. экологического ущерба: 128.4 га или 0.18 % всей площади города заняты бесхозными промышленными отходами. В состав этих технологических продуктов

входят содержащие золото хвосты (шламы) бывшей обогатительной фабрики ОАО «Карабашский медеплавильный комбинат» (КМК) – четыре хвостохранилища (№ 1-4) продуктов переработки золотосодержащих руд (с 1990 г. фабрика ОАО «КМК» закрыта). Эти земельные участки находятся в государственной собственности, сами хвостохранилища являются бесхозными. Общая площадь хвостохранилищ 58.38 га, а объем накопленных шламов 9.2 млн тонн. По данным карабашского административного городского округа, шламы – Au-содержащие: в материале хвостохранилищ №1-3 – 0.97 г/т Au, в продукте хвостохранилища №4 – 0.95 г/т Au.

Исследования по технологической минералогии карабашских шламов проводились ЦНИГРИ, г. Москва в 2012 г. Исследовался материал из хвостохранилищ №1-3 – проба ЦНИГРИ: Au 1.56 г/т, Ag 15.34 г/т. Шлам определен как золотосодержащий существенно пиритовый (на 75 %) техногенный продукт. Самородное золото наблюдалось в виде свободных зерен размерами 50-100 мкм (приведены микрофото 3-х «золотин»). По результатам обработки ЦНИГРИ набором стандартных диагностических реактивов, карабашские шламы определены как «упорное» для извлечения Au-сырьё, в котором ~40 % золота находится в неизвлекаемой форме.

В 2018 г. по инициативе администрации г. Карабаш ООО ЦНТ Инструментс, г. Санкт-Петербург проведены новые исследования золотоносных шламов на материале, отобранном из центральной зоны хвостохранилищ №1-3 с глубины 0.5 м (проба ЦНТ, вес 3 кг). Работа проведена с использованием оригинальной 3D-минералогической технологии изучения руд благородных металлов [1-4]. Материал пр. ЦНТ (две аликвоты) проанализирован на основные рудообразующие элементы (см. таблицу).

Таблица 1

Химический состав карабашских шламов, пр. ЦНТ

Масс. %		Г/т									
S	Fe	Au*	Ag	Cu	Zn	Pb	As	Sb	Ni	Co	Cd
30.52	22.8	1.34	7.1	1901	1587	595	561	37	10	29	7.9
30.76	23.66	1.319	7.8	1966	1635	616	579	44	11	33	8.6

Примечания. Лаборатория ALS, г. Москва; определения методом атомно-абсорбционной спектроскопии (МЕ-ICP41); Au* - пробирный анализ из навески 50 г с последующим определением методом атомно-абсорбционной спектроскопии (чувствительность 0.005 г/т).

Пробы шламов ЦНИГРИ и ЦНТ по главным элементам и благородным металлам в целом близки друг к другу. Гранулометрическая характеристика и распределение Au в различных классах крупности хвостов (на примере пр. ЦНТ) следующие: 1) доля фракций >71 мкм ~ 60 масс. %; 2) ~50 % массы Au шлама сконцентрированы в его крупнозернистой составляющей (>100 мкм), преимущественно в интервале крупности зерен 100-250 мкм.

Минеральный состав пр. ЦНТ. По результатам микронзондовых анализов «тяжелых» HS-концентратов, главным минералом изученного образца является пирит (58 масс. %), другие рудные минералы – халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит, тетраэдрит и киноварь. В первичных хвостах на микронзонде определены также следующие околорудные минералы – кварц, мусковит, а также более редкие и аксессуарные хлорит, альбит, эпидот, рутил, барит и монацит.

Самородное золото. «Тяжелые» HS-концентраты всех размерных фракций (кроме фракции <10 мкм) изучены методами оптической и электронной микроскопии-микронзондового анализа в однослойных полированных шлифах (рис. 1); из самой крупной фракции отобраны объемные зерна самородного золота (см. рис. 1, 26, 27); всего исследованы более 90 зерен этого минерала. Самородное золото в пр. ЦНТ представлено доминирующими свободными зернами (см. рис. 1, 1-27) или редкими «открытыми» сростками его с пиритом (см. рис. 1, 28-31; первые проценты от общей массы самородного золота в образце). Подчеркнем, что тонкие и мелкие включения золота в пирите (или в других сульфидах), а также в зернах порообразующих минералов для пр. ЦНТ не установлены.

Химический состав минералов изоморфного ряда Au-Ag в пр. ЦНТ – 132 микронзондовых анализа в 95 зернах – широко варьирует в интервале (масс. %) Au 54.7-100, среднее 89.0 ± 2.1 , то есть от составов самородного серебра (Au 54.7, Ag 45.3; $Ag_{0.60}Au_{0.40}$) до 100% самородного золота. Самородное серебро обнаружено в виде редких мелких включений в индивидах самородного золота (см. рис 1, 25). Самородное золото в рудах выполняет промежутки между зернами сульфидов, в первую очередь, в интерстициях обособлений пирита (см. рис 1, 28-31).

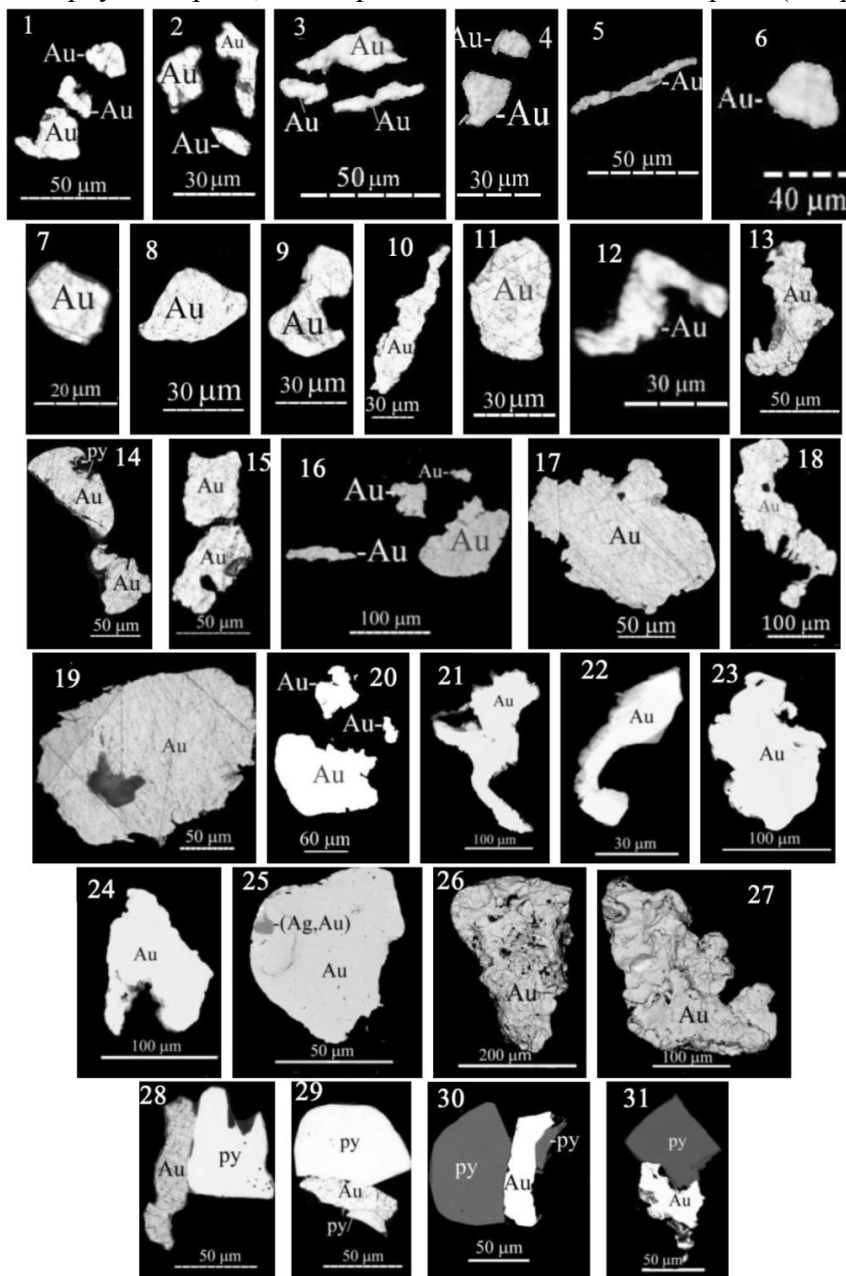


Рис. 1. Представительная выборка зерен самородного золота «тяжелых» концентратах гидросепарации (HS) материала пробы ЦНТ. 1-19, 28, 29 – изображения в отраженном свете (стереомикроскоп MZ6 Leica, камера DC-300, программный продукт AutoranoGiga); 20-27, 30, 31 – BSE-фото (изображения в обратнорассеянных электронах; микронзонд CamscanMX-2500, ППД-спектрометр LinkPentafet); однослойные полированные шлифы; 26, 27 – объемные зерна; Au - самородное золото, (Ag,Au) - самородное; серебро, пирит.

Одним из важнейших параметров для технологической минералогии золота являются размеры его зерен в рудах. Наиболее удобным и информативным является определение размера зерен с использованием параметра средний эквивалентный диаметр (ECD, мкм); площади зерен измеряются с помощью программного продукта ImageJ. Зерна самородного золота в изученном образце (без фракции -10 мкм) имеют ECD в интервале 11-243 мкм, среднее 55 ± 15 мкм (измерены 95 зерен).

Оценка распределений самородного золота в различных размерных интервалах материала пр. ЦНТ на основании новых минералогических данных следующая – его частицы классифицируются (в интервалах ECD, мкм) по площадям и объемам зерен (в предположении усредненной шарообразной формы с диаметром, равным ECD), а также по суммарному числу зерен самородного золота в размерном интервале: 1) по числу частиц преобладают группы мелких зерен самородного золота (<50 мкм – 66.3 %), 2) при этом большая часть золота (по массе от суммарного количества Au в пр. ЦНТ), по минералогическим данным, концентрируется в размерной составляющей пробы >100 мкм: по площадям зерен – более 60 % а по объемам зерен – даже более 80 %⁴. По этим данным можно полагать существенную (скорее большую) часть золота связанной с «крупными» (>100 мкм) «золотинами».

Выводы и рекомендации. Оценка потенциального ресурса золота, складированного в виде хвостов (шламов) на 4-х хвостохранилищах г. Карабаш, по рыночным ценам на золото, составляет: $9.2 \cdot 1000000 \cdot 0.96 / 31.6 \cdot 1240 = \347 млн. Такие запасы золота позволяют рассматривать карабашский золотосодержащий продукт (на 4-х его хвостохранилищах) как крупное месторождение золота техногенного типа. Уникальными для вовлечения этих руд в производство являются еще два обстоятельства: 1) эти руды уже добыты и складированы; 2) золотосодержащий продукт даже раздроблен, в значительной мере отсортирован (по данным для пр. ЦНТ, 90 % массы – материал крупностью 500-10 мкм).

Итак, конечным для принятия решения об использовании карабашских Au-содержащих техногенных руд остается только выбор реальной успешной технологии для извлечения из них золота. Приведенные выше минералого-геохимические данные для пр. ЦНТ не выявили ограничений для извлечения Au из карабашского техногенного продукта с использованием технологии щелочного цианирования. Предлагается двухстадийная переработка карабашских шламов: 1) получение сначала обогащенного сульфидами и самородным золотом гравитационно-флотационного концентрата; 2) извлечение благородных металлов по технологии раздельного цианидного выщелачивания – тонкой (шламовой) и крупнозернистой («песковой») фракций концентрата, – разработанной Д.М. Пастуховым и реализованной в ООО «Березовский рудник» [3].

В результате переработки тестовой пробы карабашских хвостов весом 100 кг (именно из нее была отобрана аликвота – пр. ЦНТ) по технологии ООО «Березовского рудника» было получено извлечение 98 % массы содержащегося в ней золота (устное сообщение Д.М. Пастухова).

Следует подчеркнуть, что обе изученные пробы – ЦНИГРИ (1.56 г/т Au) и ЦНТ (1.33 г/т Au) – были отобраны как представительный материал складированных в хвостохранилищах №1-3 золотосодержащих шламов бывшей обогатительной фабрики «ОАО КМК». Концентрации Au, определенные для обеих изученных проб, существенно превышают средние их оценки для шламов, приведенные администрацией карабашского городского округа (0.95-0.97 г/т Au). Эти различия не являются критическими, а свидетельствуют, скорее, о необходимости систематического опробования продуктов хвостохранилищ №1-4 для планирования работ по извлечению благородных металлов из Карабашского техногенного месторождения.

В заключение отметим высокую достоверность и информативность 3D-технологии минералогических исследований для руд с относительно невысокими концентрациями золота, особенно в контрасте с использованием минералогически «слепого» традиционного способа оценки распределения золота, использующего метод обработки руды набором стандартных диагностических реактивов. Полученные нами результаты оказываются особенно ценными и важными в сопоставлении с выводами специальной работы ЦНИГРИ (2012 г.), которая рассматривает карабашские шламы лишь как «упорное» для извлечения золота сырье (прогнозируемые потери ~40 % Au).

В заключение отметим, что успешная переработка золотосодержащих шламов может быть использована и для решения экологических проблем г. Карабаш.

Список литературы

⁴ Без учета самой тонкой (шламовой <10 мкм) составляющей (8-10 % Au) в изученном образце.

1. Рудашевский Н.С., Лупал С.Д., Рудашевский В.Н. Гидравлический классификатор. *Патент на изобретение №216530*. РФ. М. 2001
2. Рудашевский Н.С., Рудашевский В.Н. Гидравлический классификатор. *Патент на изобретение №69418, полезная модель*. РФ. М. 2007.
3. Рудашевский В.Н., Рудашевский Н.С., Антонов А.В., Набиуллин Ф.М., Пастухов Д.М. Технологическая минералогия золота. *Записки рос. минер. общ.*. 2017. Вып. 1 С. 125-147.
4. Rudashevsky N.S., Rudashevsky V.N., Lupal S.D. Method for separating granular materials and device for carrying out said method. Patent Cooperation Treaty PCT/RU01/00123, Moscow, 20 April 2001, 10 May 2001.

GOLD-CONTAINING TAILINGS OF THE FORMER PROCESSING PLANT OF KARABASH COPPER SMELTING FACTORY

V.N. Rudashevsky¹, N.S. Rudashevsky¹, A.V. Antonov², O.V. Alikin¹, A.A. Gorbunov¹, O.N. Andreeva³, O.V. Bobrova⁴

vlad.rudashevsky@gmail.com, nrudash@list.ru, o.v.alikin@ya.ru, art.gor.psu@ya.ru

1 – CNT Instruments, LLC, Russia; 2 – A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, 3 – SK-Project LLC, Russia; 4 – Coralina Engineering LLC, Russia

Abstract. The problem of elimination of environmental damage accumulated since 1910 exists at the territory of the city Karabash (Russia). Using its original 3D mineralogical technology CNT Instruments, LLC conducted a new research of the orphan Au-containing (9.2 million tons, average 0.96 g/t Au) industrial sludge from the former processing plant. Native gold compositions of this sludge vary in the range of 54.7-100 wt.% Au, average 89.0 ± 2.1 (132 microprobe analyzes in 95 grains); particle size (ECD, μm) 11-243, average 55 ± 15 ; grains are either completely liberated grains or are in subordinate quantities as “open” intergrowths with pyrite. The estimation of the potential reserves of total gold that is hosted in the Karabash tailings are valued according to its market price corresponds to US\$343 million, or 22.2 billion rubles. Thus Karabash gold-bearing tailings represents a large secondary gold deposit. The test sample that was processed at existing gold refinery Berezovsky plant showed extraction of 98% of the gold content. Successful processing of the gold-bearing sludge can be used to solve environmental problems of the city of Karabash.

Keywords: gold, 3D mineralogical technology, hydroseparation, gold recovery technologies, alkaline cyanidation, processing plant waste disposal.

УДК 502.55

ВЛИЯНИЕ ЗОЛОШЛАКООТВАЛОВ ГРЭС НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ (НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА САХАЛИНСКОЙ ГРЭС-2)

*М.И. Савин, geotax02@mail.ru
Институт АО «Теплоэлектропроект»*

Аннотация: Функционирование объектов теплоэлектроэнергетики на твердом топливе обуславливает возникновение жидкой и твердой фазы отходов (золы и шлака). В статье рассматривается влияние золошлакоотвала на состояние подземных вод. Дается оценка устойчивости склонов в месте строительства золоотвала. Предлагаются мероприятия по экологическому мониторингу подземных вод после строительства.

Ключевые слова: золошлакоотвал, защита подземных вод; защищенность подземных вод, экологический мониторинг состояния подземных вод.

Введение

Одной из наиболее актуальных проблем в рамках оценки воздействия на природную среду от объектов теплоэнергетики является функционирование систем удаления твердых компонентов продуктов сгорания (шлака и золы). Один из рисков использования объектов теплоэнергетики связан с возможным загрязнением водной среды. Так, в мае 2013 г. в г. Троицке Челябинской области осветленная вода вместе с золошлаковыми отходами попала в реку Уй [2].

В Томаринском городском округе (юго-западное побережье острова Сахалин) в более сложных природных условиях (в связи с островным положением и сейсмической активностью) запланировано строительство нового энергетического предприятия — Сахалинской ГРЭС-2. Золоотвал проектируемой станции предполагается разместить в междуречье рек Софии и Возрождения севернее поселка Ильинское Томаринского городского округа.

Твердые компоненты продуктов сгорания (шлака и золы) могут вызвать негативное влияние на окружающую среду в случае смешения воды со шлаками и дальнейшем гидротранспорте. Возможно повышение как минерализации воды, так и концентраций тяжелых металлов: Mg, Cr, Cu, As, V, Pb, Se и др. Последнее зависит от состава сжигаемого топлива и типа гидрозолоудаления.

Материалы и методы

Экологические последствия воздействия энергетики на ландшафты и природную среду в сфере влияния тепловых станций (Конаковской, Киришинской, Каширской, Литовской, Щекинской, Рязанской, ГРЭС и др.), работающих на различных видах топлива, исследованы Л.К. Казаковым [1].

С целью описания природных условий проанализированы фондовые материалы института «Теплоэлектропроект» (г. Москва), и результаты инженерных изысканий ЗАО «Сибирский энергетический научно-технический центр» и других изыскательских организация в районе расположения СГРЭС-2.

Для оценки степени защищенности подземных и поверхностных вод на участках размещения золы и шлака Сахалинской ГРЭС-2 применялась методика, разработанная в ФБГУ научного и информационно-методического центра «Базис» [3]. Данная методика основана на моделировании и позволяет оценить способность литологических разностей дисперсных грунтов поглощать токсиканты, находящиеся в жидкой фазе отходов, фильтрующихся через основание хранилища.

Процесс поглощения (модельного раствора) элементов-загрязнителей (Mg, Cr, Mn, Cu, Zn, As, V, Pb, Se и др.) грунтами, перекрывающими водоносный горизонт, описан на основе проведенного изучения грунтов твердой и жидкой фаз пульпы в Лаборатории охраны геологической среды (ЛОГС) геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и институте ИГЕМ РАН.

Характеристика топлива

Основным топливом для проектируемой Сахалинской ГРЭС-2 приняты бурый (Солнцевское месторождение) и каменный уголь (Горнозаводское месторождение). Сахалинские каменный и бурый угли имеют близкие по значению теплоты сгорания (4130 и 4080 ккал/кг), влажности (21 и 18%), зольности (19 и 18%), содержанию серы (0,3–0,2%) и пр. характеристики [4]. Зола углей состоит преимущественно из свободных и связанных в химические соединения оксидов кремния, алюминия, железа, кальция, магния, калия, натрия, титана.

Целесообразно сравнение присутствующих в растворе концентраций Cr, Mo, As, V, W, Se с более жесткими (ПДК) рыбохозяйственного значения в отличии от водохозяйственного, так как золоотвал проектируемой СГРЭС-2 находится в междуречье рек Софии и Возрождения.

Изменение геохимических и гидрофизических характеристик

В связи с разными территориальными особенностями размещения золоотвала и сложностью рельефа, предлагается выделить два участка.

Участок 1: привершинные поверхности и склоны пологие разной крутизны с делювиальными шлейфами (восточная и северо-восточная сторона), сложенные средними суглинками.

Согласно данным технического отчета по строительству системы золошлакоудаления Сахалинской ГРЭС-2, грунты, перекрывающие холмские алевролиты, представлены только суглинками (мощностью от 2,5 м и скоростью инфильтрационного потока составит 0,0029 м/сут) [5].

Участок 2: заболоченные поймы и низины, представленные торфянистыми отложениями до 3 м.

Большая часть воды будет мигрировать как раз со склонов (участок 1) в низину (участок 2).

Максимальная интенсивность инфильтрации будет отмечаться в периоды интенсивных дождей и снеготаяния, когда можно будет ожидать заполнения толщи торфов водой. При этом напор на кровле суглинков будет соответствовать уровню поверхности земли и перепад напоров между кровлей и подошвой составит 1,2 м.

До момента выравнивания территории I очереди золоотвала, интенсивная инфильтрация осадков будет происходить в пониженной части. При этом не вся вода, поступающая на площадь золоотвала за год, будет просачиваться через суглинки, часть воды будет скапливаться в теле золоотвала, увеличивая напор на кровле суглинков и, следовательно, скорость фильтрации через них. Максимально возможный уровень воды в толще золы, который может сформироваться при этом, соответствует абсолютной отметке 4,0 м и будет превышать уровень земли в наиболее пониженной части золоотвала на 3,0 м. Градиент напора в суглинках в наиболее пониженной части золоотвала составит $(1,2 + 3,0) / 6,51 = 0,65$, а интенсивность инфильтрации — $0,016 \times 0,65 = 0,010$ м/сут. Скорость миграции нейтрального мигранта составит при этом 0,023 м/сут [4].

Значит, для Сг и Мо допустимое время, в течение которого грунтовая толща будет поглощать загрязнители до попадания в водоносный горизонт не будет превышать 11 и 38 лет, что не обеспечивает защиты подземных вод даже на период эксплуатации Сахалинской ГРЭС-2 [3].

На различных этапах эксплуатации сооружения величина инфильтрации дождевых осадков в грунт изменяется от 88 до 59 мм/год. После заполнения золоотвала и его консервации величина инфильтрации составляет 174 мм/год [3].

На территории шлакоотвала возможно загрязнение грунтовых вод через слой слабопроницаемых четвертичных отложений

Грунты секции представлены суглинками мягкопластичной консистенции, суглинками щелбнистыми тугопластичной консистенции и подстилаются трещиноватыми алевролитами. Мощность суглинков 4,5-5,5 м [3].

Загрязненная вода в этой секции отстаивается с осаждением угольной пыли и фильтруется через грунты основания.

Воды, профильтровавшиеся через ограждающие дамбы, перехватываются дренажной системой и возвращаются в гидрошлакоотвал.

По данным лабораторных исследований, среднее значение коэффициента фильтрации четвертичных суглинков составляет 0,016 м/сут.

Исходя из полученных экспериментальных данных по поглощающей способности суглинка и десорбции V и Мо в жидкой фазе гидрошлака (при соотношении шлака и пресной воды 1:50), в водной фазе гидрошлаковой пульпы в результате смыва водой превышение концентрации V в пульпе будет в 2,6 раза больше ПДК, а Мо – в 2,2 раза.

При минимальной мощности природного суглинистого экрана в 2 м, рассматриваемого в качестве геохимического барьера для ванадия и молибдена, через него за год профильтруется в конечном итоге столб пульпы высотой 4,6 метра. Период, в течение которого названные потенциальные загрязнители подземных вод будут поглощаться суглинистым экраном и не выйдут за его пределы с концентрацией выше ПДК для водоемов рыбохозяйственной деятельности по данным ФБГУ научного и информационно-методического центра «Базис» [4] составит более 500 лет. Таким образом, защищенность этого объекта определяется малой концентрацией потенциальных загрязнителей в жидкой фазе отхода и высокой поглощающей (сорбция, осаждение) способностью суглинистых отложений, подстилающих основание шлакоотвала.

Основные направления экологической оптимизации

Проектно-исследовательские институты в своих разработках энергообъектов обязательно предусматривают меры по защите природы, самым актуальным в данном случае является мониторинг состояния грунтовых вод в районе строительства Сахалинской ГРЭС-2.

Для наблюдения за движением основного фильтрационного потока и изменением качества грунтовых вод, а также постоянным контролем за температурой и химическим составом воды, предполагается установка наблюдательных (пьезометрических) скважин.

Наблюдательные скважины предполагается разместить вне границ зоны активной фильтрации, фоновые – на удалении более 1000 м от золоотвала. В первый год наблюдения предлагается проводить измерения уровней воды по всей режимной сети ежемесячно. В дальнейшем частоту измерений возможно сократить, исключая период паводка (в это время измерения следует проводить не реже одного раза в 10 дней).

Для обеспечения защиты подземных вод предлагается использовать торф в качестве кислого барьера (потому что поступающие на него сверху воды будут иметь более высокий pH) – при движении вод вниз по профилю при встрече с торфяными более кислыми водами изменятся условия миграции ТММ. Проблема состоит в том, что многие ТММ, напротив, более подвижны в кислой среде.

Использование торфа станет барьером по отношению к As, Sb, Sn, W, Mo, Cr (т.е. анионогенным элементам, подвижным в щелочных условиях и менее подвижным в кислых).

Кроме того, присутствие торфа и суглинка будет способствовать повышению поглощающей способности золоотвала.

Выводы:

Результаты выполненного комплекса экспериментальных исследований по поглощаемости V, As, Mo, Cr, Se и W торфом и суглинком показывают, что с учетом создания кислого, сорбционного и механических барьеров препятствующих миграции Cr, Mo V; регулированием стока, организацией мониторинга на подземные воды, негативное воздействие на геологическую среду будет минимизировано.

Как показывает опыт проектирования золоотвала Сахалинской ГРЭС-2, такой подход к количественной оценке грунта как геохимического барьера на пути миграции загрязнителей в водоносный горизонт с разработкой защитных экранов является целесообразным и может применяться на разных участках хранения золошлаковых и других отходов.

Список литературы

1. Казаков Л.К. Методические аспекты прогнозирования нарушений и оценка устойчивости природных комплексов в сфере влияния тепловых электростанций. / Методы и методология географического прогнозирования. М.: МГУ, 1983. – С. 123 – 134.
2. Саввин М.И. Воздействие объектов теплоэнергетики на геоэкологическую среду Увельского района Челябинской области // Проблемы региональной экологии. – 2014. – №1. – С. 36–42.
3. Разработка рекомендаций по использованию природных и обоснованию искусственных защитных экранов в районе золошлакоотвалов Сахалинской ГРЭС-2: отчет по договору / ФГБУ НИМЦ «Базис»; руководитель В.И.Сергеев. ГР № Я 677789; Инв. №46773. – М., 1985.– 75 с.
4. Степанова Н.Ю., Сергеев В.И., Петрова Е.В. Практическое решение проблемы защиты водных ресурсов от загрязнения в районах размещения промышленных отходов (на примере проектируемой Сахалинской ГРЭС-2) // Инженерные изыскания/ 2015. №. 10–11. С.34–40.
5. Строительство Сахалинской ГРЭС-2. Строительство системы золошлакоудаления (ЗШУ) ЗАО «Сибирский энергетический научно-технический центр» 2015. Арх. № 013Н40100П-00ИИ-0004-ЭК.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ЖИВОТНЫЙ МИР (НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА САХАЛИНСКОЙ ГРЭС-2)

Саввин М.И., geomax02@mail.ru
Институт АО «Теплоэлектропроект»

Аннотация. Развитие теплоэнергетики оказывает негативное воздействие на все структурные компоненты природной среды. В статье описываются возможные нарушениями растительного и животного мира, связанные со строительством объектов теплоэнергетики на западном побережье Сахалина. В связи со строительством будет наблюдаться увеличение доли техногенных геосистем и уменьшение площадей земель, выполняющих функции экологического каркаса. Кроме того будет происходить утрата пастбищных угодий; угроза сохранения краснокнижных видов; уничтожением наиболее ценных по видовому составу и биологической продуктивности елово-лиственничных лесов).

Ключевые слова: объекты теплоэнергетики, физическое воздействие от объектов теплоэнергетики, сокращение биоразнообразия, нарушение путей миграции животных.

Введение

Строительство и функционирование объектов тепловой энергетики обуславливает возникновение негативного воздействия на природную среду.

На примере модернизации и строительства энергообъектов на Сахалине рассмотрим наиболее характерные возможные изменения, касающиеся нарушения растительного и животного мира.

На западном побережье острова Сахалин запланировано строительство нового энергообъекта – Сахалинской ГРЭС-2, включающую золошлакоотвал и другие инфраструктурные объекты (воздушная линия электропередачи, дороги, трассы водоснабжения).

В условиях, когда в промышленный оборот вводятся новые земли, окруженные прежде мало затронутыми хозяйственной деятельностью геосистемами, возникают экологические риски утраты растительности, уменьшения по численности и исчезновения некоторых видов растений и животных (на пример, Сахалинская кабарга), что особенно опасно для островных биоценозов, развивающихся в условиях изоляции.

Материалы и методы

В качестве основного метода используется прогнозирование возможных изменений природной среды. Метод прогнозирования, рассмотренный в трудах А.В. Дончевой, К.Н. Дьяконова [1], Т.В. Звонковой [2] и др.) и др., нами был дополнен данными полевых исследований и уточнен с учетом региональной специфики Сахалинской области [6].

По методике биогеографического картографирования, разработанной Г.Н. Огуревой, Т.В. Котовой, Л.Г. Емельяновой, с использованием программных продуктов *ArcGis* и *AutoCad* была составлена карта потенциального снижения биоразнообразия (рис.1) [4].

Ранее было предложено в районе строительства СГРЭС-2 ранжировать экологические риски на две категории: высокую (прямого воздействия) и низкую [6].

Под высокой степенью (прямого воздействия) рисков понимается нахождение в районе строительства СГРЭС-2 краснокнижных видов растений и животных, а также ценных защитных (нерестоохраненных полос лесов) и частично эксплуатационных лесов.

Под низкой степенью – возможное нахождение прочих объектов растительного и животного мира, а также косвенное воздействие на краснокнижные виды растений и животных (наименьший процент их исчезновения) на прилегающей территории к проектируемым СГРЭС-2, золоотвалу и коридорам высоковольтных линий и трасс.

Результаты исследования

Территориальное распределение факторов, обуславливающих потенциальное сокращение биоразнообразия

В связи с островным положением, животный мир Сахалинской области обеднен видами, обитающими на материке и обогащен видами животных океанических побережий. Наиболее многочисленной группой животных острова являются птицы (более 350 видов).

Изучение структуры растительного покрова, животного мира и прогнозируемого антропогенного влияния в связи со строительством в рамках вероятных границ размещения СГРЭС-2 позволило нам составить карту. На карте представлено территориальное распределение факторов, влекущих опасность сокращения биоразнообразия в случае строительства СГРЭС-2 (Рис.1).

На карте приведены основные прогнозируемые нарушения растительного покрова и животного мира (в случае строительства Сахалинской ГРЭС-2).

В качестве ведущих факторов воздействия на растительный и животный мир в рамках указанных географических границ выявлены:

- прямое уничтожение местообитаний посредством вырубki лесов и уничтожения почвенно-растительного покрова во время строительства;
- загрязнение водотоков в результате сбросов сточных вод на участках строительства промышленных объектов, талых и дождевых вод с золо- и шлакоотвалов;
- шумовое загрязнение вокруг промышленных объектов;
- нарушение путей миграции животных (в нерестовых реках, маршрутов пролета перелетных птиц, главным образом куликов) вследствие фактора беспокойства и нарушения биотопов в районах строительства промышленных объектов.

Вырубка лесов и уничтожение почвенного и растительного покрова приводят к нарушению и отчуждению местообитаний, снижению биологической продуктивности, нарушению естественных биогеохимических круговоротов, снижению экологического ассимиляционного потенциала и т.п. Эрозия, в соответствии с А.В. Побединским [5], увеличится в 2-4 раза, пожароопасность, по данным А. Морозова, Д. Лисицына, Д. Добрынина [3], повысится в 3-5 раз.

Изменения в структуре растительного покрова рассмотрено ранее [6]. Анализ характера развития неблагоприятных антропогенных изменений позволил заключить, что наиболее уязвимыми геосистемами в районе строительства будут: участки с елово-пихтовыми лесами на делювиальных шлейфах, с лиственнично-пихтовыми с участием березы лесами в верхних частях склонов гор северной экспозиции и на слабонаклонных террасах крупных рек.

Согласно опытным материалам и оценке ОАО «Институт Теплоэлектропроект» гигиенические нормативы для качества населенных мест не совпадают с нормативами для растительности. По загрязняющим веществам для растительности приняты более высокие (чувствительные) ПДК, чем гигиенический норматив ПДК для атмосферного воздуха населенных мест. По опытным данным мониторинга на предприятиях теплоэнергетики, сернистые соединения могут усваиваться растениями из атмосферного воздуха, при этом максимально разовые уровни ПДК распределяются таким образом: мхи и лишайники – 0,25 мг/м³, хвойные – 0,35-0,45 мг/м³, лиственные, кустарники и травянистая растительность – 0,45-0,6 мг/м³, сельскохозяйственные культуры – 0,65-1,0 мг/м³. Оксиды азота также менее токсичны для растений. ПДК среднесуточные и максимально разовые для хвойных пород составляют соответственно 0,02 и 0,03 мг/м³, для лиственных пород – 0,05 и 0,07 мг/м³. Предполагается, что в ближайшие 20 лет эксплуатации СГРЭС-2 существуют риски повышенного угнетения, развития некроза, уменьшения продолжительности жизни хвои.

Карта потенциального сокращения биоразнообразия в связи со строительством СГРЭС-2, 1:25 000

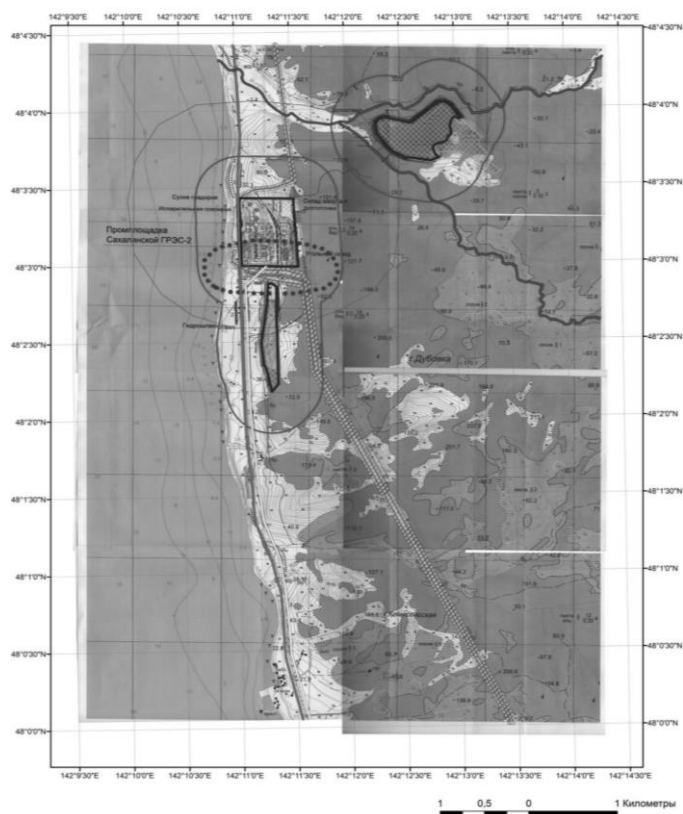













Рис.1 Карта потенциального сокращения биоразнообразия в связи со строительством СГРЭС-2

Условные обозначения	
	Границы участков нового строительства
	Автомобильные дороги с покрытием
	Линии инженерных коммуникаций
	Система хозяйственно-питьевого водоснабжения
Зоны потенциального нарушения биоразнообразия	
	Участки вырубki лесов: белка обыкновенная (<i>Sciurus vulgaris</i>), лисица обыкновенная (<i>Vulpes vulpes</i>), горноста́й (<i>Mustela erminea</i>), соболь (<i>Martes zibellina</i>), бурый медведь (<i>Ursus arctos</i>), северный олень (<i>Rangifer tarandus</i>), кабарга (<i>Moschus moschiferus</i>)
	Участки сведения лугов
	Границы зоны интенсивного запыления с загрязнением N02 и S02
	Границы зоны шумового загрязнения (свыше 40 дБ)
	Зона прерывания путей миграции животных
	Санитарная зона линий инженерных коммуникаций
Сокращение разнообразия пресноводной фауны	
	Сокращение разнообразия пресноводных и проходных рыб: сима (<i>Oncorhynchus masou</i>), горбуша (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>), кета (<i>Oncorhynchus keta</i>), сахалинский таймень (<i>Hucho perryi</i>), озерно-ручьевая мальма (<i>Salvelinus curilus</i>), сахалинский подкаменщик (<i>Cottus amblystomopsis</i>), кунджа (<i>Salvelinus leucomaenis</i>)

Влияние физического загрязнения СГРЭС-2 на биоту

Среди физического загрязнения от объектов тепловой энергетики наиболее существенное влияние оказывают электромагнитное и шумовое.

Кроме электромагнитное и шумового воздействия, работа объектов тепловой энергетики может сопровождаться изменениями видового состава насекомых и птиц, а так же смещение сроков фенофаз растений в результате работы систем охлаждения оборудования ГРЭС (с испарительными градирнями) [6].

Повышенный уровень электромагнитного поля напряженностью электрического поля более 1 кВ/м может вызвать у растений замедление процессов роста, газообмена, поглощения минеральных веществ и т.п.

Среди основных источников шума на предприятиях тепловой энергетики, работающих на твердом топливе по опытным материалам АО «Институт Теплоэлектропроект» предлагается выделить: устья дымовых труб (уровень шума до 80 дБА), трансформаторы (объемный источник шума на открытом воздухе с уровнем шума до 110 дБА), работа механизмов системы топливоподдачи (дробилки молотковые – до 111 дБА), вентиляция систем аспирации, приточно-вытяжные установки, аппараты воздушного охлаждения и другие.

Акустический расчет выполненный в программе «Эколог-шум» вер.2.6 после наложения на карту потенциального сокращения (рис.1) показал, что зона шумового загрязнения интенсивностью выше 40 дБА вокруг промышленных объектов распространяется, согласно проведенным акустическим расчетам, значительно шире, охватывая побережье Татарского пролива и участок лесов и пойм рек Возрождение и София на участке, прилегающем к золоотвалу. Повышение уровня звукового давления вокруг проектируемой СГРЭС-2 может создать затруднение различных жизненных явлений у животных (поиски пищи, распознавание опасности, опознавание особей своего и чужих видов, различие индивидов в группе (стаде или стае), отношения родителей и детенышей).

Снижение акустического воздействия происходит за счет рельефа местности, наличия древесной растительности по периметру площадок. На гидрошлакоотвале отсутствуют открытые источники шума, соответственно, гидрошлакоотвал не является источником акустического воздействия. Учитывая, что источниками шума на сухом золоотвале является только периодически работающая техника, золоотвал окружен деревьями, создающими естественный шумозащитный экран, дополнительных мероприятий по защите от шума не предусматривается.

При строительстве происходит прерывание путей миграции как перелетных птиц,двигающихся вдоль побережья, так и рыб, нерестящихся в реках Возрождение и София. Наряду с нарушением местообитаний, это приводит к прямой угрозе численности многих видов.

Прерывание путей миграции рыб по рекам следует считать наиболее опасным, ввиду отсутствия альтернативных путей миграции ихтиофауны. К дополнительным факторам риска для ихтиофауны относится потенциальное образование новых техногенных водоносных горизонтов, гидравлически связанных с нерестовыми реками, в результате функционирования золошлакоотвалов.

Выводы

Оценка потенциальных изменений природной среды Томаринского района в связи со строительством Сахалинской ГРЭС-2 позволяет заключить, что наиболее существенные негативные изменения будут связаны с:

- изменением структуры землепользования в сторону увеличения доли техногенных геосистем и уменьшения площади земель, выполняющих функции экологического каркаса; утратой пастбищных угодий;
- изменением фоновых концентраций аэротехногенных поллютантов в радиусе более 0,5км;
- нарушением растительного покрова и животного мира, в том числе из-за постоянного шумового воздействия (40 дБА), фрагментацией местообитаний, разрушением водно-болотных угодий, в результате чего появится угроза сохранению краснокнижных видов (орлана-

белохвоста, чеглока, лебедя-кликун, сахалинской кабарги); уничтожением наиболее ценных по видовому составу и биологической продуктивности елово-лиственничных лесов.

Список литературы

1. Дьяконов К. Н., Дончева А. В. Экологическое проектирование и экспертиза. М.: Аспект-Пресс, 2005. – 384 с.
2. Звонкова, Т. В. Географическое прогнозирование : [Учеб. пособие для вузов по спец. «География»] / Т. В. Звонкова. – М. : Высш. шк., 1987. – 190 с.
- 3 . Лесные пожары на Сахалине в 1998 году [электронный ресурс]: доклад / Сост. А.Морозов, Д.Лисицын, Д.Добрынин. М.: Гринпис России, 1999. 13 с. [электронный ресурс]
<http://old.forest.ru/rus/publications/sakhalin/>
4. Огуреева Г.Н., Котова Т.В., Емельянова Л.Г. Экологическое картографирование. Биогеографические подходы. Учебн. пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2010. 160 с.
5. Побединский, А. В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов : изд. 2-е / А. В. Побединский. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2013. – 208 с.
6. Саввин М.И. Риски строительства и эксплуатации объектов теплоэнергетики (на примере Сахалинской области) // География и природные ресурсы. 2016. №1. С. 46–54.

УДК 556.553.8 (470.322)

ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ПОСТУПЛЕНИЯ БОРА В ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

*К.Ю.Силкин, Д.Г.Лепендин, denislependin@mail.ru
Воронежский Государственный Университет*

Превышение бора в подземных водах связано как с природными, так и с антропогенными источниками. Для разных регионов Земли характерны различные фоновые содержания бора и разные причины загрязнения.

Ключевые слова: бор, подземные воды, гидрогеохимия.

Бор (В) — химический элемент 13-й группы, второго периода периодической системы с атомным номером 5. Бесцветное, серое или красное кристаллическое либо тёмное аморфное вещество. Содержание бора в земной коре составляет 0,0012%. В природе встречается в форме борной кислоты или ее солей - боратов, а также в виде полиборатов - солей полиборных кислот, а увеличение его концентрации связано с растворением содержащих бор минералов (таких, как турмалин). Повышенное содержание бора в поверхностных водах обычно является результатом загрязнения бытовыми моющими средствами, а аномальное содержание бора в подземных водах вызвано выщелачиванием его из пород и почв, содержащих бораты и борсиликаты. Также бор может быть ассоциирован с органически связанными и глинисто-минеральными фракциями. Антропогенные источники бора включают в себя стоки стекольной, керамической и косметической промышленности, борсодержащие удобрения, моющие средства и стиральные порошки с добавлением пербората натрия (NaBO_3). Особенности воздействия бора на человеческий организм до конца не изучены, однако дети более чувствительны к этому воздействию, чем взрослые. [1].

Вопросы распространения бора в подземных водах рассмотрены учёными в районе города Дамар (Йемен), Столичного Региона Дели (Индия) и в Верхнемамонском районе Воронежской области. По результатам исследований учёных университета Ибн-Тофаил (Кенитра, Марокко) под руководством Хефдаллы Аль-Аизари проводился анализ загрязнения тяжёлыми металлами подземных вод бассейна города Дамар (Йемен) и сопоставление данных

проб из восьми скважин со стандартами Всемирной Организации Здравоохранения.

Таблица 1.

Содержание металлов в колодцах города Дамар

Wells \ Parameters	1	2	3	4	5	6	7	8	WHO
Cu^{2+}	0,12	0,04	0,08	2,42	0,12	0,06	0,04	0,07	1-1.5
Cd^{2+}	0,003	0,004	0,005	0,02	0,003	0,005	0,005	0,003	0.005
Sr^{4+}	0,02	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0.01
Hg^{2+}	0,002	0,001	0,01	0,21	0,01	0,002	0,001	0,003	0.01-0.1
As^{2+}	0,02	0,01	0,01	0,31	0,01	0,02	0,01	0,01	0.01-0.05
Pb^{2+}	0,04	0,03	0,05	0,08	0,02	0,03	0,05	0,04	0.05
Zn^{2+}	0,02	0,02	0,12	0,11	0,03	0,03	0,01	0,05	5-15
CN^-	0,02	0,04	0,1	0,6	0,1	0,05	0,06	0,06	0.05-0.1
Al^{3+}	0,04	0,04	0,07	0,08	0,02	0,05	0,05	0,06	0.2-0.3
B^{3+}	1,62	1,42	0,92	1,46	1,3	1,1	1,33	0,39	0.05-0.1

Во всех восьми скважинах бор присутствует в количествах превышающих не только нормативы ВОЗ, но и менее строгие ПДК для питьевой воды. Эколого-геологическое состояние региона можно оценить как неудовлетворительное [2].

Кроме того, работу по схожей тематике опубликовала группа исследователей из Университета Дели Индийского управления геологии. В коллектив входят Адитья Саркар, Симран Арора, Шашанк Шекхар. Целью авторов является изучение проблемы загрязнения, как природным, так и антропогенным бором подземных вод на фоне бурного роста населения Дели. Авторами была составлена карта распространения борного загрязнения Национального Столичного Региона Дели, нормированная по лимитам Индийского Бюро Стандартов для питьевой воды, согласно которым максимально

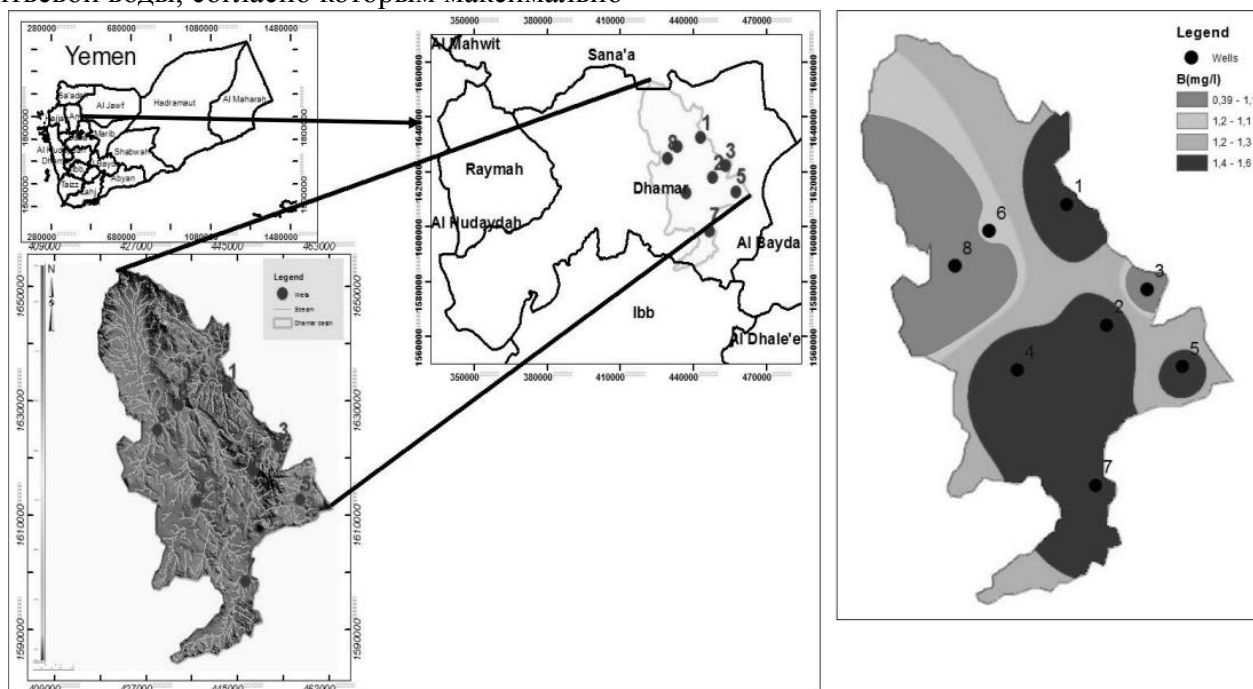


Рис. 1. Карта концентраций бора в районе города Даммар

допустимой является концентрация 1 мг/дм^3 , а желательной – $0,5 \text{ мг/дм}^3$. Аномальновысокая концентрация бора в подземных и речных водах в районе Паллы (северо-восточная часть исследуемой территории) скорее всего является локальной аномалией и объясняется проникновением обогащённых загрязнителями паводковых вод, попадающих в водоносный горизонт через гравийную набивку некоторых колодцев. Для других районов с повышенной концентрацией бора (ниже по течению реки Ямуна) характерна ускоренная урбанизация в последние десять – двадцать лет. Связанное с этим процессом увеличение потребления подземных вод для питьевого водоснабжения могло стать причиной изменения уровня подземных вод и, как следствие, восхождение обогащённых бором вод в питьевой горизонт. Кроме того, наличие аномальных концентраций бора вокруг Каджавалы (северо-западная часть территории) может быть связано с исторически высоким содержанием соли, которое существовало в этом районе в течение десятилетий, что подтверждается аналогичными исследованиями [3] за 1998 год [4].

В.Л. Бочаров в своей работе по изучению факторов формирования ландшафтно-экологических условий подземных вод Среднего Дона приводит обобщённую эколого-гидрогеохимическую оценку качества подземных вод Верхнемамонского района Воронежской области, которая включает в себя пробы из 25 скважин. Автор отмечает превышение ПДК бора только в одной скважине. Концентрация бора в этой скважине составляет 1 мг/дм^3 . Однако, поскольку вмещающие горные породы не состоят из боросодержащих пород, автором выдвигается предположение о том, что локальное превышение содержания бора связано с восходящими потоками высокоминерализованных во по тектонических нарушениям из более древних докембрийских пород [5].

Выводы

Рассматривая полученные данные, можно в общих чертах составить представление о возможных природных и техногенных причинах загрязнения подземных вод бором. Среди них:

- бораты вмещающих пород,

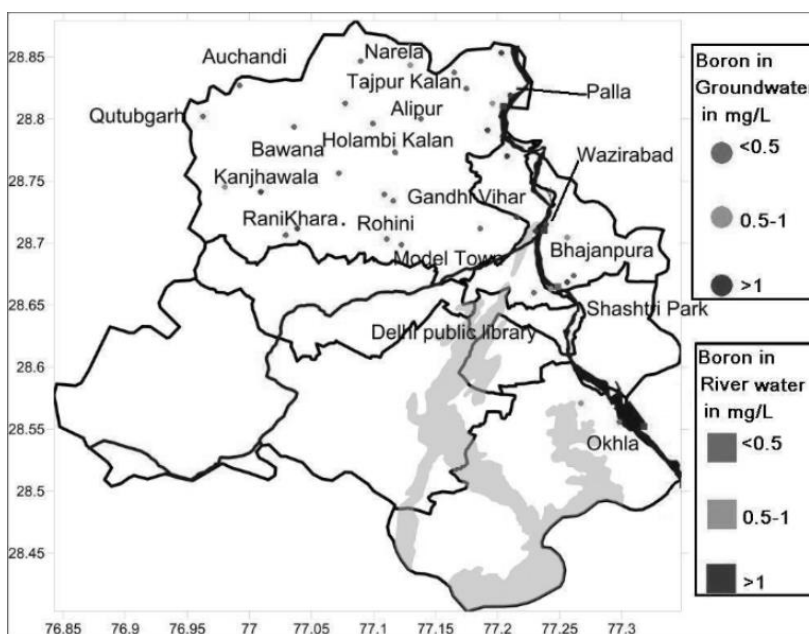


Рис. 2. Карта концентраций бора в подземных и поверхностных водах в Столичном Регионе Дели

- стоки стекольной промышленности,
- синтетические моющие средства.

Проведя анализ изученности содержания бора в подземных водах, следует подчеркнуть малоизученность данной проблемы, отсутствие данных по экологической гидрогеохимии бора,

что требует развития исследований в данном направлении.

Список литературы

1. Tanji K, Valoppi L. Groundwater Contamination by Trace Elements. *Agr Ecosyst Environ.* 1989;26: 229–274p.
2. Hefdhallah Alaizari. Analytical Groundwater Contamination by Heavy Metals. // *researchgate.net*; 2018.
2. CPCB. Status of Ground Water Quality and Pollution Aspects in NCT Delhi. Collaborated Study by Central Ground Water Board, North Western region, Chandigarh and Central Pollution Control Board, Delhi. // *researchgate.net*; 2000
3. Aditya Sarkar, Simran Arora, Shashank Shekhar. Boron in Groundwater of National Region Delhi. // *researchgate.net*; 2016.
2. В.Л. Бочаров. Ландшафтно-экологические условия и гидрогеохимия бассейна Среднего Дона. Статья 2. Факторы формирования, гидрогеохимия и экологическая оценка подземных вод. [Текст] // *Вестник ВГУ. Серия «Геология»*. – 2009. – №1. – С. 134–141.

EXAMINING OF NATURAL AND TECHNOGENIC SOURCES OF BORON IN GROUND-WATER

Silkin K.Y., Lependin D.G., e-mail: denislependin@mail.ru
VoronezhStateUniversity

Excess of the boron in underground waters is connected both with natural and with anthropogenic sources. The considered regions of Earth are characterized by specific concentration of background content of the boron and also is implemented under the influence of the different reasons.

Key words: boron, groundwater, hydrogeochemistry.

УДК504.4.054:628.19

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ РОДНИКОВ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА

Г.А. Сигора, Т.В. Ляшко, М.А.Одинцов
sigoral@yandex.ru, tatyana.lyashko.00@mail.ru
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
г. Севастополь, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрен наиболее эффективный метод представления информации о проведенных исследованиях качества подземных вод Севастопольского региона. Описаны общие предпосылки и причины создания интерактивной экологической карты родников г. Севастополя и ближайших поселков в рамках реализации Проекта «Наставник». Перечислены особенности составления экологической карты Севастопольской агломерации. Приведены основные проблемы, возникающие при работе над созданием карты. Предложены пути решения возникающих проблем. Перечислены предложения и дальнейшие планы по работе над картой, созданию и продвижению сайта, посвященного исследованию качества подземных вод Севастополя.

Ключевые слова: Подземные воды, оценка качества, Севастопольский регион, интерактивная карта родников, платформа Яндекс-карты.

Главная цель любых исследований – донести основные результаты до широкой общественности. Это особенно актуально в настоящее время, ведь наука 21-го века стремится к стопроцентной применимости итоговых результатов на практике с получением прибыли.

Самый доступный и эффективный способ придать информации гласность – обратиться к помощи Интернет-ресурсов. Своевременное оповещение об изменениях в экологической обстановке очень важно для поддержания эпидемиологической безопасности отдельных регионов и государства в целом.

Молодыми учеными Севастопольского государственного университета и школьниками под руководством опытного исследователя в рамках Проекта «Наставник» проводится оценка экологического состояния родниковых вод в пределах Севастопольской городской агломерации по основным показателям качества воды (органолептическим, токсикологическим, общей минерализации, жесткости, рН, нитратам и др). В рамках указанного исследования осуществляется сбор информации о родниках, проводится пробоотбор и дальнейший анализ воды с помощью химических и физико-химических методов, составляются экологические паспорта родников. Регулярно проводится мониторинг наиболее загрязненных родников. При реализации проекта планируется составление аншлагов (информационных таблиц-объявлений) о состоянии воды в родниках, которые будут предложены городской администрации для монтажа рядом с подземными источниками.

В рамках выполнения Проекта «Наставник» конечной целью было названо создание интерактивной карты родников Севастопольского региона. Она должна включать полную информацию о местонахождении родников, фотографии, результаты проведенных анализов, приведенных в виде подробного описания химического состава воды. Дополнительно планируется ввести описание основных экологических проблем, характерных для каждого водоисточника и его окрестностей.

Причем данная карта должна удовлетворять ряду условий:

1. максимально простой и интуитивно понятный интерфейс;
2. «кликабельность» каждой «точки родника» – при нажатии должна «всплывать» полная информация о данном источнике;
3. вариабельность представления данных – необходимо наличие нескольких «уровней» информации (описание основных показателей воды «простыми» понятными словами, более раскрытый список важных параметров и, наконец, подробная характеристика измеряемых показателей для людей, желающих узнать все нюансы проведения анализов). Примечательно, что последний пункт позволяет продемонстрировать полную «прозрачность» проведения исследований и постановки экспериментов;
4. сопровождение всех источников фотографиями для ориентирования на местности и в качестве красочной иллюстрации состояния родника;
5. возможность настройки обратной связи – написания комментариев, отзывов, общения людей между собой для обмена информацией и мнением о качестве воды в источниках;
6. в идеале – построение маршрутов до каждого источника из любой точки на карте в случае, если посетители сайта захотят лично приехать на заинтересовавшие их родники и скважины.

Конечно же, создание такой карты сопряжено с рядом трудностей.

К наиболее весомым можно отнести:

3. Гидроклиматические особенности рек и иных водотоков в Крыму. В частности считается, что все крымские реки имеют смешанное питание с преобладанием дождевого. Это накладывает отпечаток на общие гидрологические процессы. Так, в жизни крымских рек можно выделить два периода: зимний (с ноября по апрель, когда характерная наибольшая водоносность) и летне-осенний (с мая по октябрь), когда реки маловодны настолько, что большая часть их пересыхает [1]. Подземные источники Севастопольского региона питаются именно грунтовыми водами, залегающими на небольшой глубине, они наиболее сильно зависят от поверхностного стока. Именно поэтому зачастую родники пересыхают в жаркий летний период (например, источники в Ушаковой балке и с. Терновка). Неглубокое залегание вод является основной причиной высокой чувствительности севастопольских родников к антропогенной нагрузке [2]. Пересыхание источников значительно затрудняет работу, лишая

возможности пробоотбора в любое время «по желанию», что в дальнейшем продлевает срок внесения данных на проектируемую карту родников.

4. Нехватка информации. Пожалуй, это наиболее мешающий фактор во время работы над Проектом. Данные о местонахождении родников и колодцев можно узнать либо с помощью «сарафанного радио», либо пользуясь данными в открытом доступе из сети Интернет. Огромным подспорьем стал сайт о родниках Крыма, созданный туристами-энтузиастами [3]. Ими же была составлена интерактивная карта родников, охватывающая весь полуостров. Для каждого источника создана отдельная страница с размещением фото, указанием подробных маршрутов и точного местоположения. Однако даже не смотря на имеющиеся координаты, малейшие ошибки в построении маршрутов и ориентировании могут привести к невозможности нахождения родника, если он расположен в труднодоступной местности (например, в лесу).

5. Исходя из предыдущего пункта, еще одной причиной затрудненного поиска источников стала интенсивная застройка города и окрестностей. В тех районах, где раньше располагались лесостепи и дачные поселки, сейчас возводятся многоквартирные дома и торговые центры. Эта тема особенно «остра» для прибрежных территорий, на которых ежедневно возводятся новые коттеджи, гостиницы и апартаменты.

6. Некоторые родники приобретают «бестактных соседей» в виде автомобилей или вовсе оказываются погребенными во время строительства автодорог. Примером может служить Сарандинаковский организованный (который удалось сохранить, однако из-за близкого размещения трассы он стал очень загрязненным, что было установлено во время проведения более ранних исследований) [2]. В настоящее время он подлежит очередной реконструкции.

7. При создании карты в качестве своеобразных ориентиров были выбраны лаконичность оформления и эстетика. Нужно исключать любую лишнюю информацию, чтобы не «засорять» интерактивную карту. По этой же причине было решено ограничено использовать цветовое оформление для подписи родников: с одной стороны, обозначенные цветом точки на карте наглядно демонстрируют качество воды в роднике, с другой – создают цветовой «шум», мешая восприятию и не отображают «тяжесть» загрязнения по нескольким параметрам (нормативные значения могут быть превышены как по одному, так и сразу по десяти показателям).

Для работы в качестве платформы был выбран сервис Яндекс-карты. Это обусловлено рядом причин: удобством интерфейса, желанием поддерживать отечественные разработки и даже воздействием санкций (Так, Гугл-карты обозначают территорию Крыма как административную единицу Украины).

В настоящее время ведется активная работа над картой: вносятся новые данные, составляется «сетка» дополнительных точек отбора проб, проводится отладка сайта. В дальнейшем планируется «генеральная» проверка карты на соответствие параметрам удобства и минимализма, создание контента для сайта, отладки обратной связи с посетителями вплоть до создания мини-форума для заинтересованных. Для грамотной «раскрутки» созданной карты планируется составление отчета на официальном сайте Севастопольского государственного университета. Не исключено, что для донесения полезной для общественности информации и популяризации науки в целом будет проведена реклама сайта и самого процесса исследования на различных площадках: Facebook, ВКонтакте, Одноклассники, Instagram.

«Исследование выполнено при поддержке РФФИ и г. Севастополя в рамках научного проекта №18-35-50004»

Список литературы

1. Соколов, А. А. Гидрография СССР / А.А. Соколов. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 321 с.
2. Сигора Г.А. Динамика загрязненности нитрат-ионами родников города Севастополя // Системы контроля окружающей среды / Г. А. Сигора, Т. В. Ляшко, Т.Ю. Хоменко, Л.А. Ничкова // Системы контроля окружающей среды. 2018. № 14 (34). С. 150-156.

3. Каталог родников Крыма [Электронный ресурс]. – <http://rodnik-crimea.ru/> (дата обращения: 10.07.2019).

FEATURES OF CREATION OF THE ECOLOGICAL MAP OF SPRINGS OF SEVASTOPOL REGION

G.A. Sigora, T.V. Lyashko, M.A. Odintsov

sigora1@yandex.ru, tatyana.lyashko.00@mail.ru

Federal State Autonomous educational institution "Sevastopol state University",
Sevastopol, Russian Federation

Abstract. The article describes the most effective method of presenting information about the conducted research of groundwater quality in the Sevastopol region. The general prerequisites and reasons for creating an interactive ecological map of the springs of the city of Sevastopol and the nearest villages within the framework of the main project are described. The features of drawing up an ecological map of the Sevastopol agglomeration are listed. The main problems that arise when working on a map are given. Proposed solutions to emerging problems. Lists suggestions and future plans for working on a map, creating and promoting a site dedicated to the study of the quality of groundwater in Sevastopol.

Keywords: Groundwater, quality assessment, Sevastopol region, interactive map of springs, Yandex map platform.

УДК 504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРАКТИЧЕСКИ-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГЕОСФЕРАХ (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.И. Ступин

РО Российской Экологической Академии, г. Воронеж

Аннотация. Представлены основные направления деятельности регионального отделения Российской Экологической Академии. Обозначены основные экологические проблемы Воронежской области. Представлены направления дальнейшей работы в области рационального природопользования.

Ключевые слова: организация, академия, экология, проблемы, Воронежская область. Направления, развитие.

В Воронежской области более 20 лет действует Региональное отделение Общероссийской общественной организации «Общественная Российская экологическая академия» (РЭА). Предметом деятельности РЭА является развитие экологического образования и формирования социально-экологической политики; популяризация экологического образования и исследований в области экологии. Одной из основных задач РЭА является проведение экспертиз, научных разработок в области экологии, а также хозяйственных проектов и программ, оценка их возможных воздействий на локальную и региональную экологическую ситуацию. В состав Воронежского регионального отделения входят преподаватели ведущих вузов города, специалисты в области экологии, среди которых доктора и кандидаты наук.

Анализ действующего состояния экологического образования и просвещения показал, что вопросы охраны окружающей среды и рационального природопользования изучаются не более, чем в четверти всех вузов, колледжей и техникумов.

Воронежское региональное отделение регулярно участвует в мероприятиях экологической направленности. В первом полугодии 2019 в рамках Дней защиты от экологической опасности проведены презентации в Воронежском океанариуме для студентов вузов и в ФГУП «Почта России» для сотрудников организации.

В марте текущего года реготделением был представлен доклад, посвящённый празднику «День Воды» в железнодорожном техникуме.

В связи с тем, что одним из показателей оценки деятельности губернаторов будет снижение сброса загрязнённых сточных вод, региональным отделением подготовлен банк данных о состоянии работы очистных сооружений, сбрасывающих стоки в водные объекты Воронежской области.

Губернатору Воронежской области А.В.Гусеву от РЭА направлено письмо о причинах неэффективной работы действующих очистных сооружений Воронежской области.

В региональном отделении РЭА изучены проблемы утилизации и переработки ТКО.

Многолетний зарубежный опыт в этой сфере показывает, что наибольший эффект достигается при использовании контейнеров для раздельного сбора различных видов отходов непосредственно в местах проживания населения. Эффективность работы мусороперерабатывающего завода в Воронеже вызывает тревогу: во-первых, отсортировать загрязнённые бумагу и картон для повторного использования крайне сложно. Эффективность сортировки и переработки бумаги составит не более 5 %. Не подлежат сортировке и переработке отсев, кожа, текстиль, дерево, камни, керамика и ряд других отходов. Необходимо учитывать, что значительная часть стекла, пластика, бумаги, картона, металлов принимается у населения на пунктах приема вторсырья и не попадает на мусоросортировочный комплекс. Учитывая то, что в России планируется полностью отказаться от использования пластиковой посуды к 2022 г. также как в странах ЕС (предложение Медведева Д.А.), количество полимеров в мусорных контейнерах может резко сократиться и сортировать можно будет лишь небольшой процент от общего объема отходов. Кроме того, по имеющимся в РФ опыту, отсортированные бумага и картон, полиэтиленовая плёнка, пластик, стекло значительно загрязнены, в связи с чем, направить их на переработку крайне сложно. Трудность сортировки состоит ещё и в том, что в контейнеры поступают дворовый мусор, смёт, листья, трава, окурки, отходы жизнедеятельности животных, битое стекло, отходы от сферы общественного питания и торговли (скорлупа яиц, кости, остатки пищи и другое). Перед транспортировкой ТКО сдавливаются прессом, что также усложняет их сортировку. Масса отходов также подвергается воздействию атмосферных осадков (снег, дождь). Необходимо внедрить систему раздельного сбора отходов в местах проживания населения и на предприятиях.

Специалистами реготделения проанализировано состояние атмосферного воздуха.

В связи с дальнейшим развитием автодорожного комплекса необходимо обратить внимание на эксплуатацию асфальтобетонных заводов (АБЗ), ряд из которых неэффективно используют газопылеулавливающее оборудование (ГПУ), в т.ч. мокрую очистку. Наибольшую опасность для здоровья населения представляют выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух. Наиболее негативное воздействие оказывают выбросы от автотранспорта. Так, выбросы от объектов промышленности и энергетики ежегодно снижаются, в первую очередь, в результате газификации и составляют около 90 тыс. тонн в год. Например, в 1988 году выброс составил 223,4 тыс. тонн. В то же время, выброс от транспортных средств ежегодно увеличивается на 1,5-1,8% и в 2018 году составил более 255 тыс. тонн.

Президент РФ Путин В.В. и Председатель Правительства РФ Медведев Д.А. несколько раз указывали о необходимости перевода автотранспорта на газомоторное топливо.

Однако, в Воронежской области АГНКС используются на 20-25% от их мощности. Кроме того, загрязнение атмосферного воздуха происходит от использования некачественного топлива на АЗС, что подтвердила проверка органов Прокуратуры в 2016 году.

Необходимо предусмотреть мероприятия по снижению выбросов в атмосферный воздух.

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF PRACTICAL AND ECONOMIC ACTIVITY IN GEOSPHERES (VORONEZH REGION)

V.I.Stupin

RO of the Russian Environmental Academy, Voronezh

Abstract Presented the main areas of activity of the regional office Russian Environmental Academy. The main environmental problems of the Voronezh region have been identified. Further work on environmental management is presented.

Keywords: organization, academy, ecology, problems, Voronezh region. direction, development.

УДК 504.43; 504.55; 551.4.

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ФАКТОРЫ АКТИВИЗАЦИИ ОПОЛЗНЕЙ
ГЕРАКЛЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА НА ПРИМЕРЕ МЫСА «ЛЕРМОНТОВА»**

А.А.Худяков¹, aakhud@gmail.com, И.О.Шамсутдинов¹, ivan.sham1997@gmail.com,

Д.А.Борисенко², dmitry54@mail.ru,

¹ *ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»*

² *ООО «Новосибирская геолого-поисковая экспедиция Новосибирск, Россия»*

Аннотация. В статье рассмотрены основные причины возникновения и геоморфологические особенности оползней 31, 41 на южном берегу Гераклейского полуострова (г. Севастополь, Балаклавский район). Оползневой процесс зависит от обстановки, совокупности разнообразных явлений и процессов, воздействующих на склон. На конкретном примере, расположенном вблизи мыса Лермонтова, выделены условия, в которых развивается оползневой процесс: геологическое строение, гидрогеологические условия, состояние и свойства слагающих пород.

Ключевые слова: оползни, г. Севастополь, мыс Лермонтова, Гераклейский полуостров

Визуальные наблюдения являются важной частью для выделения условий и причин характерных для оползневых процессов. Важной составляющей для диагностирования оползней является: наличие новых обнажений горных пород, появление ступеней срыва, образование заболоченности с наличием новых выходов вод [2]. На основании систематических наблюдений за оползнями, возможно выявить интенсивность изучаемого процесса и обнаружить парагенетическую связь с другими процессами. Целью статьи является обобщить на конкретном примере условия образования оползневого процесса.

Южная сторона Гераклейского полуострова, представляет собой плато, с небольшим уклоном в северо-западную сторону. Высшими точками являются юго-западные береговые обрывы между Херсонесским маяком и мысом Фиолент, на юге береговые обрывы между мысом Фиолент, Георгиевским монастырём и горой Кая-баш [5].

Оползни 31, 41 расположены на юго-западе полуострова Крым, в предгорной части, западнее мыса Фиолент. С юго-запада ограничен береговой линией Чёрного моря, с северо-востока - береговым обрывом с абсолютными отметками 45-50 м. Рядом расположен дикий пляж и база отдыха «Каравелла» (рисунок 1)[1].

Описываемые оползни 31 и 41, находящиеся вблизи мыса Лермонтова, возникли на абразионном склоне. Поскольку базис оползней находится на склоне, то генетический тип оползня - абразионный, подвешенный. Время возникновения оползней датируется зимой 1981-1982 гг [6].

Высота склона до 85-90 м, крутизна составляет 45-50°. В строении склона принимают участие эффузивные породы средней юры (J_2) и перекрывающие известняки среднего и верхнего миоцена ($N_1^2-N_1^3$). Породы средней юры образуют присутурный меланж из офиолитов (магматические породы ультраосновного, основного состава и яшм), перекрытые миоценовыми известняками со стратиграфическим несогласием [7]. Предположительно, что оползни смещаются по поверхности скольжения, приуроченной, к контакту гравитационных накоплений с коренными породами средней юры (J_2).

Оползни по форме в плане - фронтального типа[4]. Размеры в плане: длина по оси от 30 м до 40 м, ширина в головной части от 15 м до 50 м, в средней части от 30 м до 75 м, в нижней

части - от 50 м до 90 м. Мощность оползней (визуально) от 2-3 м до 10-15 м. Активность оползней с 1981 г. по 1983 г.: подвижка от 0,5 м до 2,0 м, осадка - от 0,5 м до 4,0 м [6]. Активизация оползней взаимосвязана с образованием вывалов, обвалов блоков из берегового склона, с последующей аккумуляцией в волноприбойной зоне. Образуются трещины бортового отпора и отделяется массив по трещине. В последствии возникновение оползня ведёт к деформациям и разрушениям различных сооружений.

Одной из главных причин активизации оползневых процессов является замачивание грунтовыми водами тела оползня.



Рис .1. Схема расположения оползней 31 и 41. Справа - общий вид на оползень 41

Так, на Гераклейском полуострове распространены следующие основные водоносные горизонты:

1. водоносный горизонт четвертичных отложений;
2. сарматский водоносный горизонт;
3. среднемиоценовый водоносный горизонт.

Водоносный горизонт четвертичных отложений приурочен к пролювиально-делювиальным образованиям балок, оврагов и гравитационно-пролювиально-делювиальным образованиям склонов. Водоносный горизонт маломощный, четвертичные отложения обладают незначительной водообильностью, воды солоноватые, эксплуатируются отдельными колодцами для полива приусадебных участков.

Сарматский водоносный горизонт имеет повсеместное распространение на Гераклейском полуострове, за исключением площади в восточной части плато, где сарматские отложения безводны.

Среднемиоценовый водоносный горизонт в восточной части Гераклейского плато является первым от поверхности (грунтовым), где его площадь распространения совпадает с площадью безводных отложений сармата.

Водовмещающие отложения представлены известняками, песчаниками, песками. Кровлей водоносного горизонта служат среднесарматские известняки и нижнесарматские глины. В подошве залегают различные по литологии отложения, поскольку неоген трансгрессивно перекрывает нижележащие породы от средней юры до палеогена.

Скорее всего, грунтовые воды, замачивающие тело оползней 31 и 41, приурочены к среднемиоценовому водоносному горизонту (рисунок 2). Отмечается, что вблизи участка, в береговых обрывах имеются выходы нисходящего источника 46-м, с расходом 0,1-0,05 л/сек [3]. В целом водообильность среднемиоценовых отложений юго-восточной окраины Гераклейского полуострова невелика: по данным скважин дебиты составляют 1-5 л/сек, при понижениях 14-18 м, удельные дебиты - 0,3-0,07 л/сек. Воды пресные, минерализация 0,4 г/л.

Питание водоносного горизонта происходит за счёт инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка осуществляется по бортам склонов и в тальвегах балок, прорезающих сарматские отложения, в виде нисходящих источников.

Заключение. В настоящее время изучаемая территория представляет собой береговой участок Гераклейского полуострова в районе мыса Лермонтова.

Участок имеет сложное геологическое строение и генезис. В разрезе, образованном береговым уступом наблюдаются выходы пород от эффузивов юры до неогеновых известняков и четвертичных суглинков. Залегание пород осложнено послынным надвигом. На высоком абразионном уступе неизбежно образуются обвалы и оползни и оползневые террасы. Террасы образуются в результате обвалов и разрушения известняков. На участке от м. Лермонтова до скалы «Кашалот» отмечены четыре выхода грунтовых вод.



Рис. 2. Выход грунтовых вод в языке оползня 31, слева - общий вид.

Оползни 31 и 41 возникли в результате пригрузки и увлажнения склонов грунтовыми водами, что ведёт к ослаблению устойчивости склона и возникновению трещин. Также этому способствуют абразионные ниши в основании берега. Форма поверхностей скольжения оползней –циркообразная. Видимо, форма повторяет форму рельефа подстилающих эффузивов юры.

Целесообразно проведения дальнейших регулярных наблюдений на оползнях 31 и 41 и прилегающей территории для прогноза их активности в дальнейшем.

Список литературы

1. Борисенко Д.А. Ведение мониторинга геоэкологических процессов на территории города Севастополя, ООО "НГПЭ", 2017 г. 141 с.
2. Емельянова Е.П. Методическое руководство по стационарному изучению оползней. М-во геол. и охраны недр СССР, Всесоюз. НИИ гидрологии и инж. геологии. - М.: Госгеолтехиздат, 1956. - 246 с.
3. Емельянцева Е.В. Отчет о результатах поисков подземных вод для г. Севастополя на Гераклейском плато. Симферополь, Том I, 1975 г. - 128 с.
4. Горячкин Ю.Н., Федоров А.П. Оползни Севастопольского региона. Часть 2. Гераклейский полуостров // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2018. – вып.2. – С. 4-12.
5. Моисеев, А.С. Гидрогеологический очерк г. Севастополя и его окрестностей / А. С. Моисеев. - Москва ; Ленинград : Гос. науч.-техн. геол.-разведочное изд-ва, 1932 (Л. : тип. им. Евг. Соколовой). - Обл., 56 с.
6. Рязанкин Ф.М. Изучение оползней Крымской области. Симферополь, Том 2, 1988 г. - 155 с.
7. Юдин В.В. Геология Крыма. Фотоатлас / В.В. Юдин. – Симферополь: АРИАЛ, 2017 г. – 160 с.

FEATURES AND FACTORS ACTIVIZATION OF LANDSLIDES HERAKLEIAN PENINSULA ON THE EXAMPLE OF THE «LERMONTOVA» PROMONTORY

A.A.Khudyakov¹, aakhud@gmail.com, I.O.Shamsutdinov¹, ivan.sham1997@gmail.com, D.A. Borisenko², dmitry54@mail.ru,

¹ FSBEI of HE «Ural State Mining University»

² Novosibirsk geological prospecting expedition company Novosibirsk, Russia

Abstract. In article principal causes of occurrence; geomorphological features landslides 31, 41 on Southern coast of Herakleian peninsula are considered (Sevastopol, Balaklavskij area). Landslide process depends on atmosphere, the set of diverse phenomena and processes influencing to slope. On particular example located near Lermontov's cape, conditions are allocated, in which landslide process develops: geological structure, hydro-geological conditions, condition and property of composing rocks.

Keywords: Landslides, Sevastopol, cape Lermontov, Herakleian peninsula.

УДК 912

УГЛЕВОДОРОДНАЯ ДЕГАЗАЦИЯ НА ШЕЛЬФЕ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ, ВТОРЖЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА И СОВРЕМЕННОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

A. B. Холопцев, kholoptsev@mail.ru

Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова»,

ФГБУВО «Севастопольский государственный университет»

Аннотация. Рассмотрены статистические связи межгодовых изменений в 2003-2016 гг. концентраций в воздухе метана, суммарных продолжительностей вторжений арктического воздуха, проходящих над районами шельфа моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского моря, где происходит углеводородная дегазация земных недр, а также среднемесячных температур воздуха в Восточной Сибири, а также на Дальнем Востоке России.

Ключевые слова: связи, углеводородная дегазация земных недр, метан, вторжения арктического воздуха, потепление климата.

Происходящее в современном периоде потепление климата существенно влияет на жизнедеятельность населения многих регионов мира, функционирование экономики и развитие их ландшафтных комплексов. Поэтому развитие современных представлений об особенностях влияния на них различных природных факторов является актуальной проблемой физической географии, метеорологии и климатологии.

Наибольший интерес решение данной проблемы представляет в отношении регионов, где этот процесс проявляется наиболее остро. В России одним из них является Дальний Восток, где это явление характерно для любых месяцев, но в летний сезон способно причинять наибольший ущерб его природе. В данное время года оно активизирует здесь термическое разрушение многолетнемерзлых пород (Вечной мерзлоты), и связанные с ним экзогенные геологические процессы, способствует повышению пожароопасности в природных экосистемах и внедрению в них инвазивных видов живых существ, а также вызывает многие другие опасные последствия [1]. Поэтому решение рассматриваемой проблемы для указанного региона и летних месяцев имело бы не только теоретическое, но и немалое практическое значение.

Одним из природных процессов, способных влиять на потепление климата различных районов Дальнего Востока России являются проходящие через них вторжения арктического воздуха (ВАВ). ВАВ представляют собой одну из основных разновидностей меридиональных составляющих атмосферной циркуляции над Северным полушарием нашей планеты, которая в

значительной мере определяет интенсивность воздухообмена между его высокими и низкими широтами. ВAB это быстрые воздушные течения с северных румбов, которые образуются при сближении входящего в высокие широты южного циклона, с встречающимся на его пути сегментом Арктического антициклона, и увлекают арктический воздух в умеренные широты и даже в субтропики. Они возникают потому, что при взаимодействии такого циклона с Арктическим антициклоном, в его тыловом секторе увеличивается модуль барического градиента, что и вызывает усиление наблюдающегося здесь ветра. В результате ВAB возникает полоса повышенного атмосферного давления (P_{at}) и пониженной температуры воздуха (T_v), соединяющая Арктический и некоторый Субтропический антициклон, что вызывает блокинг[2]. Влияние ВAB, проходящих над некоторым регионом, на характерные для него средние температуры того или иного месяца, при прочих равных условиях, сказывается тем ощутимей, чем больше в нем их суммарная продолжительность (СП). Увеличение СП ВAB, как правило, приводит к их снижению.

В летние месяцы принесенный ВAB сухой арктический воздух, над сушей быстро прогревается. Это способствует образованию через некоторое время над континентальными регионами умеренных широт, в которые проник такой воздух, малоподвижных антициклонов, и может создавать предпосылки к возникновению засухи. Если ВAB проходит над районами метановой дегазации земной коры, весьма распространенными на шельфе арктических морей, омывающих Дальний Восток России, так и на его территориях, оно захватывает выделившийся в воздух метан и разносит по всему пути своего распространения. Последнее служит фактором потепления климата во всех регионах, где ощущается данный процесс. Значимость и особенности влияния данного фактора на динамику характеристик климата различных частей данного региона изучена недостаточно, вследствие чего при ее моделировании оно не учитывается. Это, в какой-то мере, снижает адекватность получаемых результатов. Следовательно, заслуживает рассмотрения гипотеза: **Межгодовые изменения СП ВAB, которые пересекают в летние месяцы территории Дальнего Востока России, являются значимыми факторами повышения среднемесячных значений характерных для них T_v , если он проходит над участками земной поверхности, где происходит интенсивная метановая дегазация недр.**

Несмотря на то, что систематические метеорологические наблюдения в рассматриваемом регионе осуществляются уже многие десятилетия, проверка адекватности выдвинутой гипотезы ранее не производилось. Следовательно, подобное исследование могло бы принести немалую пользу.

Целью данной работы является проверка выдвинутой гипотезы, а также выявление условий, при которых она является адекватной. Для ее достижения решены следующие задачи:

1. Разработка методики обнаружения ВAB
2. Проверка выдвинутой гипотезы, а также выявление условий, при которых она является адекватной.

Информация о расположении участков земной поверхности в Дальневосточном регионе, где происходит метановая дегазация земных недр получена из [CAMS Reanalysis](#) [3].

Упомянутый реанализ содержит данные об изменениях в 2003 -2016 гг. распределений среднесуточных и среднемесячных концентраций парниковых газов, аэрозолей в атмосфере над всей земной поверхностью. Он создан Службой мониторинга атмосферы Copernicus и произведен с использованием ассимиляции данных 4DVar в CY42R1 Интегрированной системы прогноза ECMWF(IFS) с 60 гибридными уровнями по вертикали. Верхний уровень соответствует абсолютной высоте геопотенциала 0,1 гПа. Данные о среднесуточных и ежемесячных концентрациях метана и других веществ этих уровнях содержатся в архиве ECMWF(MARS) и могут быть получены с использованием службы открытых данных ECMWF через WebAPI.

Как показал анализ результатов [CAMS Reanalysis](#), наибольшие концентрации метана в воздухе над Арктикой приходятся на прибрежные районы восточной части Восточно-Сибирского моря и Чукотское моря, расположенные в секторе 160°E-160°W. Поток метана в атмосферу здесь достигают 30–190 г/м² в сутки. Тем не менее, углеводородная дегазация недр с

высокой интенсивностью происходит на шельфе моря Лаптева, Восточно-Сибирского и Чукотского моря. Поэтому проверка выдвинутой гипотезы осуществлялась для сектора $120^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$.

При выборе применяемого для этого фактического материала учитывалось, что наиболее отчетливые устойчивые отклики на ВAB возникают в полях $P_{\text{ат}}$, $T_{\text{в}}$, абсолютных высот $H_{\text{р}}$ некоторых значений геопотенциалар, а также скорости ветра V . Поэтому рассматривались результаты реанализа NCEP/NCAR среднесуточных значений в:

- приведенного к уровню моря $P_{\text{ат}}$; $H_{\text{р}}$, соответствующих различным значениям геопотенциалар: 925, 850, 700, 600, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100 гПа; $T_{\text{в}}$ на H_{1000} , а также данные о среднесуточных скоростях ветра (V), которые получены из реанализа ERA-Interim [4]. ERA-Interim является глобальным атмосферным реанализом, который разработан и поддерживается Европейским центром среднесрочных прогнозов (ECMWF). Данный реанализ содержит информацию о $V_{\text{в}}$ узлах координатной сетки с шагом $0,75 \times 0,75^{\circ}$. (~ 79 км) и с разрешением по времени 6 часов, за период с 1979 г. по настоящий момент. Он основан на интегрированной системе прогнозирования (IFS) с изменениями цикла 31r2. Для системы ассимиляции данных используется 4D вариационный анализ 12-часовыми циклами. Анализ выполнен на 60 вертикальных уровнях со спектральным разрешением T255. Для тестирования методики применялся реанализ ASR (Arctic System Reanalysis) [5], который поддерживается группой полярной метеорологии Университета штата Огайо (США). Он разработан с использованием модели: - Polar Weather Research and Forecasting (Polar WRF) версии 3.3.1. В данной работе использован вариант ASR.2, в котором информация о значениях компонентов скорости приводного ветра, в том числе в любом пункте Арктики, представлена с горизонтальным разрешением 15 км. В свободном доступе упомянутая информация с дискретностью 3 ч представлена за период 1.01.2000 - 31.12.2012 гг..

При решении первой задачи учитывались представления об откликах на ВAB, которые могут возникать в полях $P_{\text{ат}}$, $H_{\text{р}}$, $T_{\text{в}}$ и V .

Методика решения второй задачи состояла в корреляционном анализе связей между временными рядами среднемесячных значений $T_{\text{в}}$, в том или ином пункте земной поверхности, а также совпадающими с ними по времени рядами СП ВAB, происходивших в том или ином секторе шириной 5° из интервала долгот $160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$. Временные ряды указанных показателей рассматривались за период 01.1979-12.2018 гг.. При осуществлении анализа в каждом ряду выявлен и скомпенсирован линейный тренд.

Значимость связей между теми или иными рядами оценивалась с применением критерия Стьюдента. Выявлялись связи между изучаемыми процессами, вывод о значимости которых обладает достоверностью не ниже 95% (уровень значимости модуля коэффициента корреляции – 0,34). Результаты анализа отображались на контурных картах Дальневосточного региона с применением метода триангуляции Делоне. Значимость вариаций СП ВAB в некотором секторе, как фактора изменений среднемесячных $T_{\text{в}}$, оценивалась по количеству узлов координатной сетки реанализа NCEP/NCAR ($2,5^{\circ}$), для которых установлена значимость связей между упомянутыми временными рядами.

При ее разработке методики обнаружения ВAB учитывалось, что главное отличие их от других блокирующих процессов состоит в том, что они представляют собой быстрое воздушное течение с северных румбов, которое доставляет воздух из Арктики, как минимум до умеренных широт. Поэтому для обнаружения этих процессов было бы логично учитывать отклики на образование ВAB, возникающие в поле скорости ветра, которое описывает реанализ ERA-Interim. Тем не менее, применение его при поиске ВAB, основанном на последовательном осуществлении попыток их обнаружения во всем изучаемом регионе, весьма проблематичен вследствие вычислительных трудностей. Поэтому предложена методика выявления ВAB, включающая два этапа. На первом, по данным реанализа NCEP/NCAR осуществляется предварительное обнаружение полос, соединяющих Арктический и Субтропический антициклон, в которых повышенными являются $P_{\text{ат}}$ и $H_{\text{р}}$, а также пониженными $T_{\text{в}}$. На втором этапе, окончательное решение об обнаружении ВAB принимается с использованием реанализа ERA-Interim. Такое решение принимается, если в пределах выявленной на первом этапе полосы существует, как минимум, одна

субмеридиональная воздушная струя, шириной не менее 79 км, в которой вектор скорости среднего за сутки ветра на всех широтах от Арктического до Субтропического антициклона направлена с северных румбов (от ССЗ до ССВ). На первом этапе решение о предварительном обнаружении полосы принимается, если для каждого узла координатной сетки реанализа N-CEP/NCAR (с разрешением $2,5^\circ$) выполнялся критерий:

$$P_{ат}(\lambda, \varphi, t) > P_{атср}(\varphi, t); \quad H_p(\lambda, \varphi, t) > H_{ср}(\varphi, t); \quad \text{и} \quad T_v(\lambda, \varphi, t) < T_{вср}(\varphi, t), \quad (1)$$

здесь λ - долгота, φ - широта, t - дата, $p = 700$ гПа и 300 гПа, $X_{ср}(\varphi, t)$ - среднее $X(\lambda, \varphi, t)$, по всем узлам координатной сетки реанализа, расположенным на широте φ , в дату t .

Так как предлагаемая методика обнаружения ВАВ, должна полностью исключать участие в ее реализации человека, в ней учтено, что возникающая при этом полоса повышенного $P_{ат}$ может иметь произвольную конфигурацию. Для выявления такой полосы предложена процедура, основанная на полном переборе возможных ее конфигураций.

С использованием данной методики выявлены все ВАВ, существовавшие в летние месяцы над рассматриваемым регионом в период с 1979 по 2018 гг. Для каждого сектора шириной $2,5^\circ$ и каждого года определены значения СП ВАВ, а по ним рассчитаны значения углового коэффициента линейного тренда (характеризующую тенденцию), а также средние значения. Установлено, что в период с 1979 по 2018 гг. СП ВАВ, во всех секторах изучаемого региона значительно возрастали (наиболее быстро в восточной части Восточно-Сибирского моря и в районе Берингова пролива). Средние значения СП ВАВ увеличивались с запада на восток, достигая максимальных уровней в секторе, соответствующем Берингову проливу ($\lambda = 165^\circ W$). Среднемесячные T_v здесь всюду повышались. Скорости этого процесса были максимальны (до $6^\circ C$ за 37 лет!) в районе острова Карагинский (Берингово море) и к востоку от него, над Чукотским морем, а также в районе залива Нортон (полуостров Аляска). В то время как причиной повышения среднемесячных T_v в августе на суше могут являться и другие факторы, их повышение над акваториями Берингова моря и Тихого океана может быть вызвано либо повышением их поверхностных температур, либо увеличением содержания в воздухе над ними метана (усиливающего парниковый эффект).

Корреляционный анализ связей межгодовых изменений августовских значений доставляющих метан СП ВАВ в том или ином секторе, а также среднемесячных T_v во всех секторах изучаемого региона позволил выявить те сектора, где вариации СП ВАВ являются наиболее значимым фактором происходящего в регионе потепления.

Установлено, что таким фактором являются изменения СП ВАВ проходящие над участком побережья полуострова Чукотка от Колючинской губы до мыса Сердце-камень ($175-172,5^\circ W$). Область значимой положительной корреляции СП в августе ВАВ в секторе ($175-172,5^\circ W$), а также среднемесячных T_v в Дальневосточном регионе простирается между параллелями 50 и $69^\circ N$ и меридианами $172,5^\circ E$ и $167,5^\circ W$. Данная область включает значительную часть территории Дальнего Востока России, а также Берингова моря и Тихого океана. Наиболее сильная корреляция рассматриваемых процессов имеет место в районе полуострова Чукотка с Анадырским заливом Берингова моря, а также в районе Алеутских островов (Ближних, Крысьих и Андреяновских), с прилегающими к ним акваториями Берингова моря и Тихого океана. Здесь среднемесячные значения T_v повысились за 37 лет на $3-4^\circ C$. Температуры поверхностей указанных океанических акваторий за этот период на $3-4^\circ C$, к счастью, не повысились. Следовательно, данный результат указывает на то, что повышение среднемесячных T_v над такими акваториями, есть результат повышения над ними среднесуточных T_v непосредственно в те самые сутки, когда метан сюда доставляли ВАВ. Последнее приводило к локальному и временному усилению парникового эффекта, которое прекращалось, после завершения ВАВ.

Таким образом, полученный результат соответствует представлениям о возможных последствиях увеличения над указанными регионами содержания в воздухе метана при возрастании СП ВАВ, проходящих над участками земной поверхности, где происходит его выделение в атмосферу. Справедливость данного вывода подтверждена с помощью корреляционного анализа связей изменений СП ВАВ в тех или иных секторах Дальневосточного региона, а также

среднемесячных значений общего содержания метана (ОСМ) в каждом его секторе для каждого летнего месяца в период с 2003 по 2016 гг..

Установлено, что расположения и конфигурация областей, где корреляция изучаемых процессов значима и положительна, в июле и августе близки к расположениям таких же областей для СП ВАВ и среднемесячных T_v . В июне, а также мае, сентябре и октябре подобного явления не выявлено. Полученный результат свидетельствует о том, что выдвинутая гипотеза адекватна. Поскольку существенной причиной выделения метана на шельфе арктических морей, является термическое разложение метаногидратных залежей, сформировавшихся в недрах земли в период, предшествующий современной трансгрессии, представляется вероятным, что дальнейшее повышение уровня их водной поверхности может привести к повышению интенсивности этих выделений.

Учитывая выявленную тенденцию к увеличению СП ВАВ, проходящих над участками метановой дегазации, а также выводы [4], изложенное позволяет предположить, что в результате повышения уровня водной поверхности Восточно-Сибирского и Чукотского моря, возрастать будут и T_v . Единственным способом частично предотвратить это потепление, во всем Дальневосточном регионе России, по-видимому, является строительство дамб, защищающих территорий, на которых расположены метаногидратные залежи, от затопления. Таким образом, установлено, что выдвинутая гипотеза адекватна лишь для таких летних месяцев как июль и август.

Характер статистических связей межгодовых изменений СП ВАВ, которые проходят над участками земной поверхности Дальневосточного региона, где происходит интенсивная метановая дегазация, с вариациями среднемесячных значений T_v , а также ОСМ, соответствует представлениям о том, каким они должны были бы быть, если бы эти связи были причинными.

Грандиозные темпы потепления (до 6°C за 37 лет!) в выявленных районах свидетельствует о том, что рассматриваемый процесс может вносить ощутимый вклад в происходящее потепление глобального климата и представляет опасность не только для Дальнего Востока России, но и для всей биосферы нашей планеты.

Список литературы

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме/ Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – М.– 2014.– 60 с.
2. Мохов И.И., Акперов М.Г., Прокофьева М.А. Блокинги в Северном полушарии и Евро-Атлантическом регионе: оценки изменений по данным реанализа и модельным расчетам // Доклады Академии наук. – 2013.– том 449. – №5.– С.1-5.
3. Boy M. and other, [Interactions between the atmosphere, cryosphere, and ecosystems at northern high latitudes](https://doi.org/10.5194/acp-19-2015-2019)//Atmos. Chem. Phys. – 2019. – 19. –P. 2015-2061, <https://doi.org/10.5194/acp-19-2015-2019>,<https://doi.org/10.5194/acp-19-2015-2019>,
4. Dee D.P. et al. The ERA–Interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 2011. Vol. 137. № 656. P. 553–597.[doi:10.1002/qj.828](https://doi.org/10.1002/qj.828)
5. Bromwich D.H., Wilson A.B., Bai L.S., Moore G.W., Bauer P. A comparison of the regional Arctic System Reanalysis and the global ERA–Interim Reanalysis for the Arctic // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 2016. Vol. 142. P. 644–658.

HYDROCARBON DEGASSING ON THE SHELF OF THE ARCTIC SEAS OF RUSSIA THE INVASION OF THE ARCTIC AIR AND THE MODERN WARMING OF THE EASTERN SIBERIA

A.V. Kholoptsev, kholoptsev@mail.ru

Sevastopol branch of FSBI "State Oceanography institute named after N.N. Zubov"

FSBIHE "Sevastopol State University"

Abstract. The statistical relationships of interannual changes at 2003-2016 of concentrations of methane in air, the total duration of the invasions of Arctic air on the Laptev Sea, East-Siberian and Chukchi Sea shelves, and monthly temperatures in Eastern Siberia are considered.

Keywords: connections, hydrocarbon degassing of the Earth's interior, methane, invasions of Arctic air, climate warming.

УДК 504

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОМОЩИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КАТУНСКОГО ВОДОЗАБОРА, РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)

А.В. Шитов, М.С. Достовалова, К.Г. Балин, П.Л. Попошева, М.А. Карачева
Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск*

**Горно-Алтайское отделение «СРЦ ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология», с. Майма*

Аннотация. В статье представлены результаты изучения эрозионных процессов в районе Катунского водозабора (Республика Алтай). Исследования проводились при помощи данных дистанционного зондирования: космоснимка Corona (1970 г.), картографической основы GoogleMaps (2000 г.) и съемки при помощи квадрокоптера (2018 г.). В результате выявлена скорость эрозионных процессов на разных участках пункта мониторинга.

Ключевые слова: Республика Алтай, эрозионные процессы, Катунский водозабор, геоинформационная система, данные дистанционного зондирования

Активные русловые процессы оказывают негативное воздействие на инфраструктуру населенных пунктов, автодороги, ЛЭП, особенно сильно эти процессы проявлены в горных реках. Поэтому мониторинг этих процессов, а также изучение архивных данных является важным исследованием для предотвращения катастрофических последствий. Катунский водозабор является одним из ключевых предприятий инфраструктуры города Горно-Алтайска и села Майма, так как обеспечивает водоснабжение населения этих населенных пунктов, т.е. порядка 85000 человек.

Эрозионные процессы в данном участке мониторинга в основном представлены боковой эрозией, широко встречающейся в долинах малых и средних рек [1-2].

Цель исследования: изучение эрозионных процессов в районе Катунского водозабора.

Задачи:

1. Использование архивного космоснимка Corona для изучения положения береговой линии в 1970 г.

2. Проведение съемки при помощи квадрокоптера и построение мозаики снимков.

3. Сравнение береговой линии в 1970, 2000, 2018 гг.

Инструментарий исследования:

1. Квадрокоптер DJI Spark

2. Стереопара космоснимков Corona KH-9 (разрешение 1 м)

3. Картографические данные GoogleMaps

4. Геоинформационная система QGIS 18.12



Рис.1. Картограмма участка мониторинга с расположением о.Пихтовый в 1970 и 2000 гг. Линией показана конфигурация о.Пихтовый в 1970 г.

На первом этапе мы осуществили геопривязку космоснимка Corona KH-9 (дата съемки 1970 год). Затем мы выделили участок русла р.Катунь с островом Пихтовый, с активно развивающимися эрозионными процессами, где в 2000 году будет построен Катунский водозабор (рисунок 1). Затем мы оцифровали конфигурацию о.Пихтовый и вынесли его положение на картографическую основу масштаба 1:25000 GoogleMaps. При этом мы посчитали площадь смытых отложений о.Пихтовый за период с 1970 по 2000 год, что составило порядка 68879 кв. м берега, а средняя скорость береговой эрозии за данный период времени составила 2295 кв.м в год.

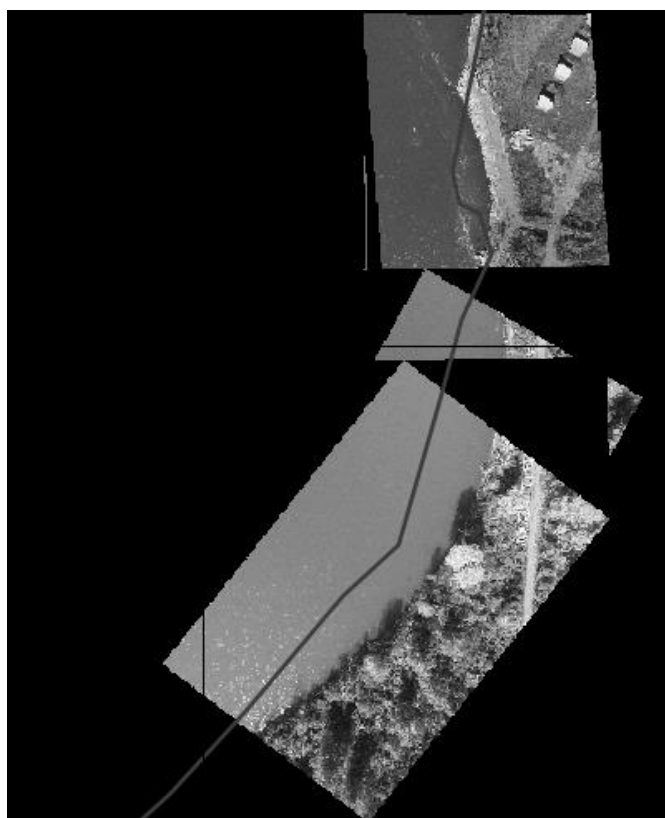


Рис.2. Геопривязанные снимки, полученные при помощи квадрокоптера. Линией показаны картографические данные береговой линии в 2000 г.

На втором этапе нами была проведена съемка участка проявления эрозионных процессов при помощи квадрокоптера, получены изображения, которые были привязаны в ГИС QGIS 18.12. Полученная мозаика снимков, снятая в 2018 году, была сопоставлена с береговой линией 2000 года. В результате было выявлено, что за период 2000-2018 год было смыто 38200 кв.м, а средняя скорость эрозионных процессов составила 2122 кв.м в год.

Следует отметить, что берегоукрепление в с. Майма, включая Катунский водозабор и микрорайон остров Пихтовый, в 2006 г. было введено в Федеральную программу. В частности, в пределах наблюдательного участка "Катунский водозабор" зимой 2006-2007 гг. произведено укрепление берегов по всему периметру водозабора. Необходимо отметить, что берегоукрепительные мероприятия, существенно снизили скорость эрозионных процессов на данном участке.

Выводы:

В результате использования современных методов мониторинга эрозионных процессов (съемка с использованием квадрокоптера) получены данные о конфигурации береговой линии в районе Катунского водозабора.

С использованием данных космоснимка Corona, современных картографических данных и возможностей ГИС было произведено сравнение ретроспективной береговой линии (1970 г., 2000 г.) с современным положением, в результате чего было показано изменение береговой линии на расстояние более 100 м за период почти 50 лет.

Сравнение береговой линии в 1970, 2000, 2018 гг. показало, что за период 1970-2000 г. эрозией было смыто порядка 68879 кв.м или 2295 кв.м. в год; за период 2000-2018 гг. было смыто 38200 кв.м или 2122 кв.м в год. Данные характеристики могут свидетельствовать о том, что интенсивность эрозионных процессов не снижается, и требует дальнейшего мониторинга.

Береговая линия в районе берегоукрепительных сооружений напротив водозабора практически не изменилась. В районе прохождения ЛЭП несмотря на берегоукрепительные процессы, проведенные в 2019 году эрозионные процессы активно продолжаются, что потребует дополнительных берегоукрепительных мероприятий на данном участке.

Список литературы

1. Шитов А.В., Достовалова М.С. Анализ факторов, влияющих на некоторые экзогенные геологические процессы Горного Алтая // Геориск. №2, 2014. - С.36-42.
2. Шитов А.В., Константинов Н.А., Достовалова М.С. и др. Изучение некоторых современных геологических процессов Майминского района/ Алтай-трансграничный: природный, социально-экономический, культурный и рекреационный портал Евразии: материалы международной научно-практической конференции. Горно-Алтайск: БИЦГАГУ. С.114-118.

THE STUDY OF THE DYNAMICS OF EROSION PROCESSES USING REMOTE SENSING DATA (FOR EXAMPLE, INTAKE OF THE KATUN, ALTAI REPUBLIC)

A.V. Shitov, M. S. Dostovalova, K. G. Balin, P. L. Poroseva, M. A. Karacheva
Gorno-Altai state University, Gorno-Altai*

**The Gorno-Altai branch of "FEC SMMR" fsbi "Gidropspegeologiya", v. Maima*

Abstract. The article presents the results of the study of erosion processes in the area of Katun water intake (Altai Republic). The research was carried out with the help of remote sensing data: space image Corona (1970), cartographic basis Google Maps (2000) and shooting with a quadcopter (2018). As a result, the rate of erosion processes in different parts of the monitoring point was revealed.

Keywords: Republic of Altai, erosion processes, Katun water intake, geographic information systems, remote sensing data

Глава 4

Инженерные изыскания на техногенно-нагруженных территориях



УДК 502/504

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ТЕРРИТОРИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

*Т.И. Караваева, В.П. Тихонов, georisk@psu.ru
Естественнаучный институт ПГНИУ, г. Пермь, Россия*

Аннотация. При инженерных изысканиях предлагается использовать геосистемный подход, который позволяет объективно обосновать границы территории изысканий. На локальном уровне геосистемы представлены биогеоценозами. Территорию изысканий предлагается выделять, используя границы основных биогеоценозов: водораздельного пространства, водораздельных склонов и долин водотоков.

Ключевые слова: инженерно-экологические изыскания, геосистема, биогеоценоз, территория изысканий.

Введение

Существенным методическим недостатком свода правил по инженерным изысканиям СП 47.13330.2012 [2] является то, что документ не определяет территорию, в пределах которой должны проводиться изыскания, не дает указаний, как определять границу зоны воздействия, и по каким критериям и компонентам природной среды следует выполнить прогноз возможных изменений. Практика проведения государственных экологических экспертиз показывает, что обоснование границ исполнителями работ не проводится и экологические закономерности функционирования территории не учитываются. Выполнение инженерно-экологических изысканий не предполагает фундаментальных исследований, но использование существующих экологических закономерностей развития территории является обязательным для объективной оценки состояния отдельных компонентов природной среды и всей системы в целом. Основные экологические закономерности развития природной среды реализованы в пределах геосистем локального уровня, представленных биогеоценозами, состояние которых является предметом инженерно-экологических изысканий. Методическое обоснование границ биогеоценоза – предмет предлагаемой для обсуждения статьи.

Актуальность

Обоснование и выбор территории проведения инженерно-экологических изысканий относятся к важнейшим задачам исследований и определяют качество и представительность результатов, необходимые и достаточные виды и объемы работ, размещение пунктов наблюдений на основных путях миграции, ареалах и потоках рассеяния и аккумуляции веществ-загрязнителей, соотношение степени ожидаемого воздействия и устойчивости выбранной территории [3].

Изыскания часто проводятся в пределах некой геометрической фигуры, очерченной на карте. Закономерности функционирования природной среды не подчиняются и не укладываются в геометрические формы. Биогеоценозы и экосистемы территории искусственно расчленяются на фрагменты, по которым оценить устойчивость и дать качественный прогноз изменений невозможно. Нарушаются требования п. 8.5.1 СП 47.13330.2012, в соответствии с которыми должна определяться устойчивость экосистем к техногенным воздействиям и их способность к восстановлению.

В статье предлагается устранить субъективную составляющую в определении границ территории изысканий. Принципиальным методическим положением инженерно-экологических исследований должен быть геосистемный подход, когда природные компоненты изучаются не изолированно друг от друга, а в тесной взаимосвязи в пределах структурного элемента биосферы. Последствия техногенного воздействия в виде ответной реакции природных компонентов на воздействия промышленного объекта формируются всем биогеоценозом, поэтому именно он предлагается в качестве объекта инженерно-экологических изысканий. Границы биогеоценозов следует обосновывать с использованием геологических и экологических закономерностей развития территории, что существенно повышает качество изысканий.

Геосистемное обоснование территории инженерно-экологических изысканий

На локальном уровне проведения инженерно-экологических исследований геосистемы представлены биогеоценозами – элементарными структурными единицами биосферы. Биогеоценоз – это однородный участок земной поверхности с определенным составом живых организмов (биоценоз) и определенными условиями среды обитания (биотоп), которые объединены обменом веществ и энергии в целостный природный комплекс [4]. Биогеоценоз приурочен к конкретному геоморфологическому элементу ландшафта и является основным самостоятельным структурным элементом биосферы, отражающим комплекс зональных природных условий на различных участках. Состояние природной среды следует оценивать по биогеоценозам, закономерно сменяющимся в ландшафте друг друга [6].

Биогеоценозы наследуют основные особенности рельефа, почвенных, геологических и гидрогеологических условий, отражают их в биоценозе и приобретают свои специфические черты. Упорядоченное расположение локальных биогеоценозов определяется рельефом. Рельеф перераспределяет и направляет основные потоки вещества: водный поверхностный и подземный сток, механический перенос вещества, обеспечивает различный температурный режим на склонах северной и южной экспозиции. Вещество в практически значимых величинах всегда перемещается в соответствии с направлением биогеохимического потока – от водораздела к области местного дренирования, как правило, долине реки. Максимальный поток вещества связан с физико-химической водной миграцией и механической миграцией вещества и часто является определяющим в балансе химических элементов биогеоценоза.

Наиболее объективным критерием выделения границ геосистем является существенное изменение градиента биогеохимического потока вещества. Исследователи в соответствии с формами мезорельефа выделяют три основных вида биогеоценозов: водораздельного пространства, водораздельных склонов и долин водотоков. Геологической основой этих биогеоценозов являются элювиальные, делювиальные и аллювиальные отложения.

В пределах водораздельных пространств ресурс органической и минеральной природы в биогеоценозах создается преимущественно на месте за счет физического, химического и биогенного выветривания пород, а также микробиологической трансформации органики. Незначительное поступление вещества происходит за счет атмосферных осадков. Вследствие низкой концентрации осадков и скорости выветривания практически значимое количество ресурсов формируется за длительный период времени. Вынос вещества за пределы биогеоценозов минимальный и начинается на приводораздельных склонах. Свои минеральные и органические ресурсы биогеоценозы водораздельных пространств создают в основном самостоятельно, поэтому менее зависимы от внешних воздействий и в естественных условиях достаточно устойчивы.

На склонах преобладает механический и химический сток вещества; биологический круговорот имеет подчиненное значение вследствие существенной скорости транзита вещества. На пологих склонах создаются более благоприятные экологические условия, чем на крутых. Реакции массообмена с литогенной основой успевают обеспечить биологические потребности почвы и растительности в ресурсах, но в связи с выраженной направленностью миграционных потоков от водоразделов к долинам рек биогеоценозы зависимы от техногенного воздействия. Сооружение промышленных объектов, особенно линейных, приводит к изменению направления движения миграционного потока вещества. Перераспределение миграционных геохимических

потоков вещества в результате техногенного воздействия существенно ухудшает экологические условия в пределах такого биогеоценоза и, соответственно, качество его функционирования.

Биогеоценозы долины реки имеют свои специфические особенности. Граница окислительных и восстановительных условий среды проходит чаще всего по низким террасам и пойме долины реки, образуя своеобразный геохимический барьер. В долинах рек, на низовых болотах, низких террасах и поймах ресурса очень много, но он находится в восстановительных условиях среды и мало доступен для живых организмов. Подтопление территории в связи с высоким уровнем подземных вод создает анаэробные условия, вызывает угнетение и гибель растений из-за недостатка кислорода, заболачивание почвы. Постоянно происходит восполнение ресурса за счет миграции со склонов и периодического затопления поймы при разливах реки. Приходная часть баланса вещества преобладает над расходной. Доминирует биогенная миграция вещества, протекающая с низкой скоростью. Преимущественно развиты биогеоценозы с низким видовым разнообразием, преобладанием специализированных видов растительности и животных. Устойчивость к внешним воздействиям снижена.

Таким образом, рельеф направляет и контролирует основные потоки вещества минеральной и органической природы с поверхностным и подземным стоком, хорошо картируется визуально, обладает устойчивостью, достаточной для целей инженерных изысканий, исключает субъективность изыскателей в определении морфологических границ. Геолого-геоморфологическая основа является причиной формирования конкретной структуры зонального биогеоценоза, а его биологическое разнообразие и динамика развития – следствием. Примером является основополагающий катенный принцип почвообразования В.В. Докучаева: формирование нормальных зональных почв происходит на водоразделах, переходных – на склонах, а смыто-намытых, наносных – в долинах рек. Аналогично формируются особенности фитоценозов [1]. Биогеоценоз водораздельных склонов влияет на состояние компонентов природной среды расположенного ниже по рельефу биогеоценоза речной долины, но обратное влияние отсутствует. Причинно-следственная связь изменений в состоянии различных биогеоценозов также является критерием определения границы изысканий.

Методически выделение естественных границ биогеоценозов в районе размещения проектируемого объекта производится на основе следующих положений.

1. С учетом геоморфологического строения территория предварительно разделяется на ландшафтные полосы, которым соответствуют границы биогеоценозов водораздельного пространства, склонов и долины реки. На карте фактического материала по методу пластики рельефа – визуальному поконтурному изображению рельефа, очерчиваются контуры ландшафтных единиц с соответствующими биогеоценозами. В экологическом отношении граница биогеоценоза это переходная полоса, в пределах которой меняется соотношение (баланс) экологических компонентов и соответственно изменяются факторы природной среды и видовой состав биотических компонентов.

На водораздельном пространстве выделяются условно горизонтальные участки с уклонами 1– 2°. Водораздельное пространство может значительно варьировать по площади и включать положительные и отрицательные локальные формы рельефа. Крутизна склона определяется по шкале заложений на топографической карте. В случае небольшой площади водораздельного пространства, для рек первого и второго порядка проводится водораздельная линия через вершины холмов и середины седловин, которая разделяет границы водосборной площади различных рек. Площадь приводораздельного пространства оконтуривается по существенным перегибам рельефа и соответствует площади водораздельного биогеоценоза.

Ниже по рельефу, где уклоны устойчиво превышают 2°, находится склон водораздела. Нижняя граница склона проводится по первой надпойменной террасе малой реки или основанию склона, в месте сочленения с поймой. Выделенной зоне соответствует биогеоценоз склона.

Территория, включающая первую надпойменную террасу, высокую и низкую поймы малой реки, соответствует биогеоценозу долины реки. Характерным для этого биогеоценоза является непосредственная гидравлическая взаимосвязь с рекой и наличие хорошо выраженного поддолинного стока подземных вод.

2. Биогеоценозы склона и долины всегда находятся в пределах водосборного бассейна малой реки, где может планироваться размещение производственного объекта. Водосборный бассейн наилучшим образом отвечает теоретическим и методическим положениям геосистемного подхода к выбору территории проведения инженерно-экологических изысканий. В практическом плане это логически понятные естественные границы, хорошо отражаемые на картографическом материале [3]. Речные бассейны характеризуются упорядоченными, пространственно организованными материальными и энергетическими потоками: в их пределах целесообразно изучать, как структурно-функциональную организованность и состояние природных экосистем, так и оценивать результаты антропогенного воздействия. Все потенциально возможные воздействия производственного объекта локализируются в пределах водосборного бассейна и не распространяются за его пределы. Границы водосборного бассейна малой реки, проведенные по линиям водоразделов, являются границами биогеоценозов склона и долины реки.

3. Площади биогеоценозов часто фрагментированы линейными техногенными объектами (насыпями железных и автомобильных дорог, дамбами), площадными объектами (населенные пункты, сельскохозяйственные угодья, промышленные здания и сооружения и т.п.). Перечисленные объекты трансформируют поверхностный и подземный сток на территории и локализируют его в определенных зонах, являясь искусственными границами для распространения воздействий от проектируемого объекта. В этом случае естественные границы биогеоценозов корректируются с учетом особенностей техногенного освоения территории и проводятся с учетом искусственных границ, что существенно уменьшает площадь проведения инженерных изысканий.

4. В практике изысканий возможна ситуация, когда искусственные границы отсутствуют, а проектируемый объект размещается на значительной по площади плакорной возвышенности со слабо выраженным направлением поверхностного и подземного стока или в нижней части длинного и пологого склона водораздела. В таком случае, границу территории изысканий в пределах соответствующего биогеоценоза, следует принимать вверх по уклону рельефа по границе санитарно-защитной зоны объекта, устанавливаемой в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [5]. За пределами нормируемой границы воздействие объекта на атмосферный воздух находится в допустимых пределах. Практически значимая аккумуляция загрязнителей в почве и растительности за границами санитарно-защитной зоны, вследствие аэрогенного переноса, для экологического состояния этих компонентов маловероятна.

Выводы

Территория проведения инженерно-экологических изысканий должна соответствовать геосистемной структурной единице ландшафта с упорядоченными, пространственно организованными материальными и энергетическими потоками. На локальном уровне исследований в биогеоценозическом отношении элементарной геосистемой является биогеоценоз.

Биогеоценоз в полной мере отражает особенности природных условий и имеет специфические характеристики в соответствии с расположением на водоразделе, склоне или долине реки. Любой проектируемый площадной объект будет сооружаться не на абстрактной территории, а в пределах конкретного биогеоценоза, который является объектом инженерно-экологических изысканий.

Границы биогеоценозов морфологически хорошо картируются по каскадным формам мезорельефа в направлении от водораздела к реке. Границы перехода водораздельного пространства в склон, собственно склон и долина реки определяются характерным изменением уклонов. Боковыми границами биогеоценозов являются линии водоразделов бассейна малой реки первого или второго порядка, поскольку все потенциально возможные воздействия от объекта будут локализованы в границах водосборного бассейна.

Границы территории изысканий в пределах биогеоценозов могут корректироваться в соответствии с линейными и площадными техногенными объектами, которые перераспределяют поверхностный и подземный сток вещества.

Список литературы

1. Галанин А.В. Флора и ландшафтно-экологическая структура растительного покрова.– Владивосток: Дальнаука, 2005. – 272с.
2. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96: СП 47.13330.2012. Утв. Приказом Минрегион России от 2012 г.
3. Караваева Т.И., Тихонов В.П. Геосистемное обоснование выбора границ территории проведения инженерно-экологических изысканий // Инженерные изыскания. – 2012. – № 11. – С. 70-74.
4. Остроумов С.А. Новые варианты определения понятий и терминов «экосистема» и «биогеоценоз» // Докл. Рос. акад. наук. – 2002. – Т. 383, № 4. – С. 571-574.
5. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов: СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Утв. постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25.09.2007 № 74.
6. Тихонов В.П., Караваева Т.И. Геосистемная оценка экологических условий трассы линейного объекта при инженерно-экологических изысканиях // Инженерные изыскания. – 2013. – № 6. – С. 62-66.

THE METHODOICAL BASIS FOR THE SELECTION OF THE ENGINEERING SURVEY TERRITORY BOUNDARIES

*T.I. Karavaeva, V.P. Tihonov, e-mail: georisk@psu.ru
Natural Sciences Institute of the PermStateUniversity, Perm, Russia*

Abstract. In engineering surveys it is proposed to use a geosystem approach that allows you to objectively justify the boundaries of the survey area. At the local level, geosystems are represented by biogeocenoses. The survey area is proposed to be allocated using the boundaries of the main biogeocenoses: the watershed, watershed slopes and valleys of watercourses.

Keywords: engineering and environmental surveys, geosystem, biogeocenosis, survey territory.

УДК 528.88

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРА РФ

*Ю.Г.Кутинов, А.Л.Минеев, З.Б.Чистова, Е.В.Полякова
kutinov@fciarctic.ru*

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лаврова
РАН, Архангельск, 163000, Россия*

Аннотация. Анализ находящихся в свободном доступе глобальных цифровых моделей рельефа (ЦМР) GTOPO30, SRTM, SRTM (3, 30), GMTED2010, ACE2, ETOPO2 и ASTER GDEM и ArcticDEM показал, что наиболее подходящей из существующих цифровых моделей рельефа для северных территорий РФ является модель ASTER GDEM (v.2, v.3). На основе разработанной гидрологически корректной ЦМР и рассчитанных на ее основе геоморфометрических параметров рельефа, авторами был создан комплект геоэкологических карт и выделены на региональном и локальном уровнях районы, характеризующиеся различной интенсивностью протекания эрозионных и аккумулятивных процессов. На основе кластерного анализа значений углов наклона, потенциала плоскостной эрозии (LS-фактор), индекса расчлененности рельефа и индекса влажности была создана карта геоэкологического районирования территории региона.

Ключевые слова: Равнинные территории Севера Евразии, цифровая модель рельефа, геоморфометрические параметры, геоэкологическое районирование

Задачей исследования являлась разработка методики геоэкологического районирования северных равнинных территорий РФ на основе цифровых моделей рельефа (ЦМР) с использованием геоинформационных (ГИС) технологий.

По мнению авторов, проведение геоэкологических исследований средствами цифрового моделирования рельефа следует осуществлять по алгоритму, представленному на рисунке 1.

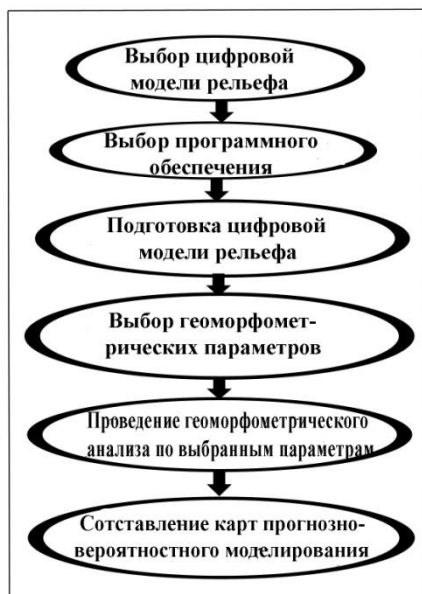


Рис.1. Блок-схема методики проведения геоэкологических исследований на основе цифрового моделирования рельефа с использованием ГИС-технологий

Выбор ЦМР был обусловлен задачами исследования и характеристикой исследуемой территории. Равнинным территориям севера Евразии присущи следующие черты, влияющие на выбор как ЦМР, так и программного обеспечения (ПО) и применяемых методик обработки рельефа [4]: 1) небольшие абсолютные значения высот и слабая расчленённость рельефа. Регион характеризуется распространением низменных заболоченных и «плоских» пространств, сменяемых слабохолмистыми равнинами на абсолютных высотах 30-90 м и переходящих в водораздельные плато на высотах 120-200 (и более) м[2]; 2) широкое распространение лесного покрова (площадь 29540,9 тыс. га, 65 % территории)[4], который вносит погрешность в

значения высотных отметок за счет высоты древостоя. Для среднемасштабных ЦМР это влияние значительно меньше и его можно избежать, используя относительные значения высот рельефа ЦМР. К тому же средняя высота древостоя сопоставима с точностью среднемасштабных ЦМР; 3) учитывая площадь исследуемого региона (589.913 тыс. км²) и равнинный характер рельефа наиболее оптимально использование цифровых моделей, как минимум, уровня DTED-2 [4].

Создание ЦМР связано со значительными затратами средств и времени. В то же время с помощью свободно распространяемых ЦМР можно получать исходные материалы в масштабе до 1:25000. Т.е., для глобального и регионального уровней геоэкологических исследований возможно использование ЦМР свободного доступа. Нами было проведено сравнение свободно распространяемых ЦМР – SRTM 3, SRTM-30, ASTER GDEM v.2 и v.3, GTOPO30, ACE2, ETOPO2, GMTED2010 и ArcticDEM. Наиболее точными по разрешению являются SRTM, ASTER GDEM v.2, v.3 (обе версии практически идентичны для северных территорий РФ). Первая в значительной степени «очищена» от артефактов и пустот, но не покрывает полностью территорию. Модели GTOPO30, GMTED2010, ACE2, ETOPO и др. имеют более «грубое» разрешение и неоднородны по исходному материалу. Наиболее точным по разрешению является недавно созданная модель ArcticDEM (1-3 м), которая в то же время характеризуется максимальным количеством отсутствующих данных (рисунок 2). Наиболее оптимальной (имеющей детальное пространственное разрешение в сочетании с точностью по высоте и «однородностью» исходного материала) является ASTER GDEM v.2.

Далее нами был проведен анализ наиболее распространенных ГИС: ESRI ArcGIS (модуль Spatial Analyst); MapInfo (модуль Vertical Mapper); SAGA (модуль Terrain Analysis); GRASS; QGIS (Quantum GIS); gvSIG (модуль SEXTANTE) и др.).

Т.е. анализировались модули обработки ЦМР рельефа, входящие в структуру ГИС или привлекаемых из других ГИС. Учитывая задачи исследования, была выбрана SAGA GIS, которая обладает возможностью расчета наибольшего числа геоморфометрических параметров.

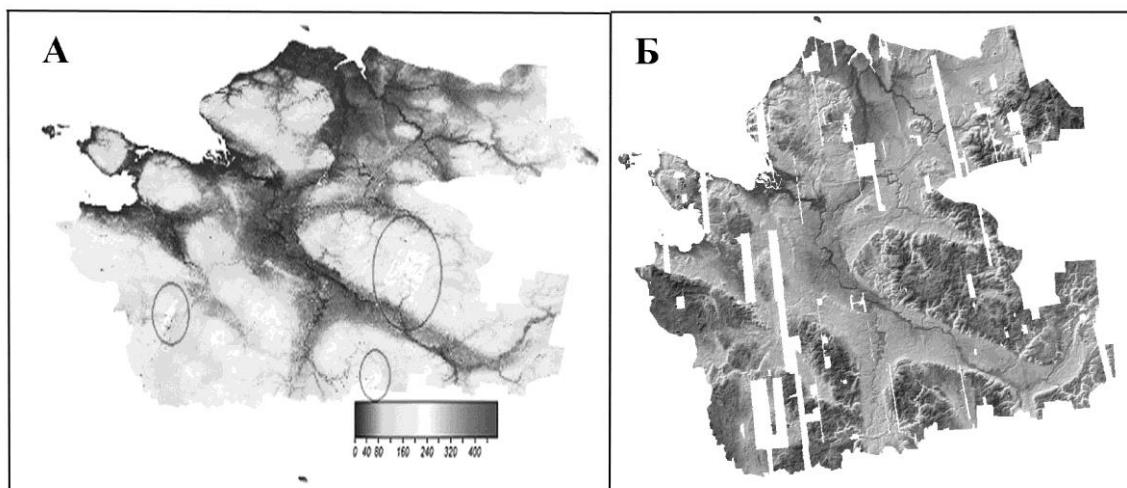


Рис. 2. Сопоставление ЦМР ASTER GDEM v.2 (А) и ArcticDEM (Б) Белым цветом показаны «пробелы»

ячейки до 1". Для обнаружения выбросов анализировались методы: среднеквадратического отклонения; Z-Score; модифицированный метод Z-Score; абсолютного медианного отклонения; правила медианы и нами был написан сценарий, позволяющий рассчитывать вероятные диапазоны значений (и отбрасывать выбросы) по всем из пяти методов. Для устранения шероховатостей, шума и ошибок использовался модуль DTM Filter и были устранены погрешности на границах между областями с разным размером стэка. Для сглаживания ЦМР был применен фильтр Smooth. Для гидрологической коррекции использовался метод, изложенный в работе [7].

Для проверки точности ЦМР было проведено сопоставление с точками плановой съемочной сети открытых векторных данных ГИС Панорама. В большинстве высотных отметок (~74%) абсолютная разность по высоте не превышает 10 метров[5]. Таким образом, на основе цифровой модели рельефа (ЦМР) ASTER GDEMv.2 создана корректная ЦМР территории для количественной оценки рельефа и специфики эрозионных процессов.

Обсуждение результатов.

Учитывая достаточно большое количество и многообразие используемых геоморфометрических параметров, одной из задач был выбор параметров необходимых для геоэкологического анализа.

Анализ показал, что характеристики эрозионных процессов наиболее полно отражают следующие геоморфометрические параметры: величина уклона, экспозиция склона, кривизна, индекс расчлененности рельефа, общая водосборная и удельная водосборные площади, топографический индекс влажности, индекс мощности эрозии, индекс потенциала плоскостной эрозии (LS Factor). Таким образом, был получен комплект монофакторных геоэкологических карт, которые дают возможность оценить пространственное положение и характеристики процессов эрозии и аккумуляции на различных участках исследуемой территории. В то же время, нецелесообразно делать выводы о возможности проявления опасных процессов, используя значения только одного из показателей. Анализ геоморфометрических параметров показал, что для типизации экзогенных процессов наиболее информативными являются значения углов наклона, индекса расчлененности, профильной и плановой кривизн, а для геоэкологического районирования – значения углов наклона, потенциала плоскостной эрозии (LS-фактор), индекса расчлененности рельефа и индекса влажности. В дальнейшем на основе кластерного анализа значений углов наклона, индекса расчлененности, профильной и плановой кривизн, индекса Треха и др. создана карта районирования территории по интенсивности протекания экзогенных процессов [6]. На основе кластерного анализа значений углов наклона, LS-фактора, индекса расчлененности и индекса влажности была создана карта геоэкологического районирования, позволяющая разделить территорию на участки с разным типом происходящих процессов, а также выделить

области, предрасположенные к подтоплению во время паводков, к заболачиванию, к процессам плоскостного смыва и развитию карста.

Геоэкологическое районирование территории выполнялось в 6 этапов: 1) Кластерный анализ по трем параметрам (угол наклона, LS-фактор, индекс расчлененности) с объединением значений в три класса – максимальных, средних и минимальных значений. 2) Нахождение общих границ контуров, соответствующих максимальным, средним и минимальным значениям кластеров. 3) Разделение зоны объединенных контуров минимальных значений параметров на две части по степени увлажнения. Для этого были посчитаны 5 кластеров значений индекса влажности. В результате анализа были выделены две основных области: а) предрасположенные к подтоплению территории во время паводков, б) склонные к заболачиванию; 4) Выделение области распространения карстующихся пород с помощью кластерного анализа значений плотности бессточных впадин; 5) Расчет по каждой из полученных зон районирования (рис. 3) средних значений геоморфометрических параметров для характеристики протекающих в каждой из зон процессов; 6) Сопоставление полученной карты районирования (рис. 3) с геоморфологической картой региона [1].

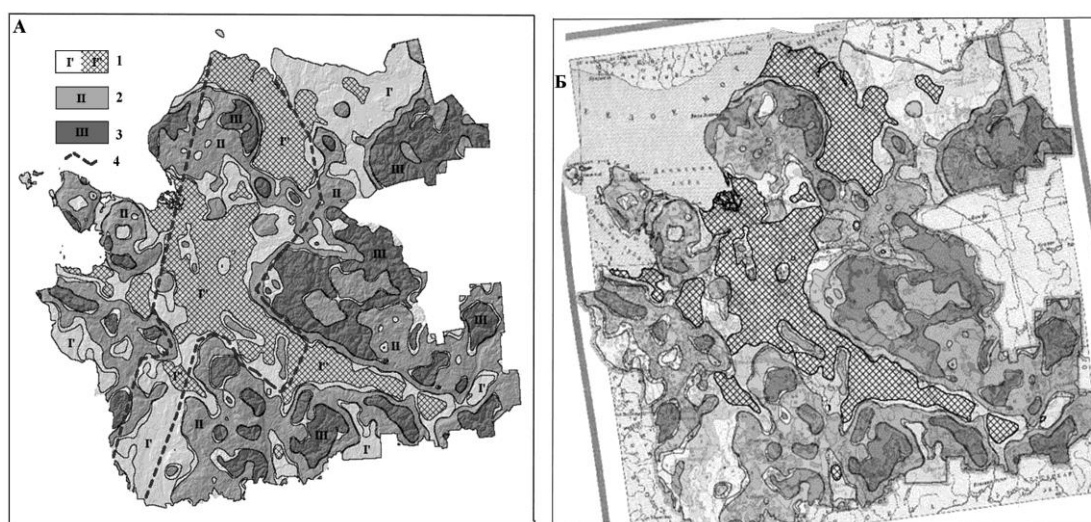


Рис. 3. Карта геоэкологического районирования региона

А – Районирование территории Архангельской области на основе кластерного анализа значений углов наклона, LS-фактора, индекса расчлененности рельефа и индекса влажности

1 – Зона I: озерно-ледниковые и озерные равнины, предрасположенные к аккумулятивным процессам и I' – склонные к заболачиванию; I'' – к подтоплению во время паводков; 2 – зона II: плоские и волнистые моренные равнины, слабо предрасположенные к развитию эрозионных процессов; 3 – зона III: плоские и волнистые моренные равнины, абрадируемые ледниковыми и морскими водами, пересекающиеся холмистым и холмисто-грядовым моренным и холмисто-котловинным камовым (с развитием карста) типами рельефа, сильно предрасположенные к развитию эрозионных процессов; 4 – секущая зона карстующихся пород

Б – сопоставление с геоморфологической картой Архангельской области

Полученная карта геоэкологического районирования в отличие от геоморфологической позволяет дать характеристики не только рельефа, но и предрасположенности выделенных районов к развитию тех или иных эрозионных процессов при изменении условий функционирования окружающей среды (техногенное воздействие, изменение климата и т.п.).

Выводы:

- на основе разработанной цифровой модели рельефа и алгоритма расчета геоморфометрических параметров рельефа получен комплект монофакторных геоэкологических карт, позволяющих выделить зоны сноса и накопления осадочного материала, дать количественные характеристики процессам эрозии и аккумуляции и оценить потенциальную устойчивость и/или склонность к эрозии различных участков исследуемой территории.

- создана карта геоэкологического районирования, позволяющая разделить исследуемую территорию на участки с различным типом происходящих процессов и выделить области,

предрасположенные к подтоплению во время паводков, заболачиванию, процессам плоскостного смыва и развитию карста;

- результаты проведенных исследований могут быть использованы при прогнозировании опасных природных явлений, разработке мероприятий по их предотвращению и ликвидации их последствий, а также при народно-хозяйственном освоении приарктических регионов.

Исследование выполнено в ходе выполнения государственного задания ФГБУН ФИЦКИА РАН № гос. регистрации АААА-А18-118012390305-7; а также при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-05-60024

Список литературы

1. Атлас Архангельской области. М.: ГУГК СССР, 1976. 176 с.
2. Интернет-ресурс. Сайт Геологической службы США: <http://earthexplorer.usgs.gov/> Дата обращения 03.02.2016.
3. Минеев А.Л., Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б., Полякова Е.В. Подготовка цифровой модели рельефа для исследования экзогенных процессов северных территорий Российской Федерации // *Пространство и Время*. 2015. № 3(21). С. 278-291.
4. Минеев А.Л., Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б., Полякова Е.В. Геоэкологическое районирование территории Архангельской области с использованием цифровых моделей рельефа и ГИС-технологий // *Пространство и Время*. 2017. № 2-3-4 (28-29-30). С. 267- 288.
5. Минеев А.Л., Полякова Е.В., Кутинов Ю.Г., Чистова З.Б. Надежность цифровой модели рельефа Архангельской области для проведения геоэкологических исследований // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2018. Т. 15. № 4. С. 58–67. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-4-58-67
6. Полякова Е.В., Кутинов Ю.Г., Минеев А.Л., Чистова З.Б. Цифровое моделирование рельефа в оценке вероятности развития эрозионных процессов в северных регионах страны // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2019. Т. 16. № 1. С. 95-104. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-1-95-104
7. Wang L., Liu H. An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling // *International Journal of Geographical Information Science*. 2006, Vol. 20 (2). P. 193-213. doi.org/10.1080/13658810500433453

DIGITAL ELEVATION MODELING FOR GEOECOLOGICAL ZONING OF THE PLAIN TERRITORIES OF THE NORTH PART OF THE RUSSIAN FEDERATION

Kutinov Y.G., Chistova Z.B., Polyakova E.V., Mineev A.L.

e-mail: kutinov@fciarctic.ru

Federal Center for Integrated Arctic Research named by N.P. Laverov of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, 163000, Russia

Abstract. Analysis of which are freely available global digital elevation models (DEM) GTOPO30, SRTM (3, 30), GMTED2010, ACE2, ETOPO2, and ASTER GDEM and ArcticDEM has shown that the most appropriate of existing DEM for the Northern territories of the Russian Federation is a model of ASTER GDEM v2, v. 3)

Based on DEM and correctly calculated hydrologically geomorphometric parameters, set has been created by the authors of geocological mapping and allocated at the regional and local levels in the areas, which are characterized by different flow intensity of erosion and accumulative processes. Cluster analysis-based values of angles, plane capacity erosion (LS-factor), Terrain Ruggedness Index and the Topographic Wetness Index was created of geocological zoning of the territory of the region.

Keywords: Plain Territories North Eurasia, digital elevation model, geomorphometric parameters, geocological zoning.

The research was prepared during the state assignment of the Federal Center for Integrated Arctic Research of the Russian Academy of Sciences named after academic N.P. Laverov, the state registration number AAAA-A18-118012390305-7; and with the financial support from Russian Foundation for Fundamental Research (project 18-05-60024).

УДК 502.5

ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТА РЕОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ В Г. ПЕРМИ

Е.А.Меньшикова, Е.А.УшаковаЕ.С.

menshikova_e@list.ru, ushakova.evgeniya@gmail.com

Естественнаучный институт ПГНИУ, г. Пермь

Аннотация. Рассмотрены результаты оценки экологического состояния грунтов территории Пермского мотовозоремонтного завода «Ремпутьмаш» в рамках проведения инженерно-экологических изысканий. Территория освоена в промышленном профиле с конца XIX века и в настоящее время планируется к перепрофилированию из производственной в общественную. Результатом эксплуатации завода является преобразование геологической среды данной территории в природно-техногенную систему, функционирование которой обусловлено экзогенными геологическими процессами и последствиями хозяйственной деятельности человека. На территории предприятия зафиксированы грунты с категорией загрязнения «опасные» и «чрезвычайно опасные», «потенциально опасные» по содержанию биогаза, что необходимо учитывать при реализации проектных решений.

Ключевые слова: реорганизация промышленных зон, техногенные грунты, загрязнение, тяжелые металлы, газогенерирующие грунты.

Введение

Реорганизация промышленных зон в исторических центрах современных городских территорий является тенденцией современного городского развития. Опыт редевелопмента производственных зон с изменением их функционального назначения во Франции относится к 60-м годам прошлого века, когда на освободившихся площадях возводились офисно-административные центры и жилые здания. В Англии активный вывод предприятий из Лондона осуществлялся по причине ужесточения экологических нормирований по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу. В Берлине производственные зоны реорганизуют без изменения функционального использования территорий с созданием на этих площадках промышленных технопарков [1].

Опыт редевелопмента территории Российской Федерации получил распространение в Санкт-Петербурге, Москве, Новосибирске, Казани и других городах. Так в Санкт-Петербурге, где промышленные зоны занимают около 20 тысяч га (более 13,5 % городской территории), уже реализован проект по преобразованию территории известного завода «Петмол», где теперь располагается жилой комплекс «Времена года» [2]. В Москве еще в период 2004-2006 г.г. была разработана программа реорганизации производственных территорий. В Новосибирске в рамках проекта планировки центральной части города предусмотрено перепрофилирование промышленно-складской зоны в жилую и общественно-деловую зону с озеленением бульваров на набережной, реконструкцией ряда предприятий и выносом ОАО «Химпласт». С учетом указанного опыта реорганизации промышленных зон можно выделить следующие основные особенности освоения данных территорий – необходимость перебазирования промышленного предприятия, большие инвестиции в процессы преобразования, неудовлетворительное экологическое состояние территорий.

На сегодняшний день на территории г. Перми планируются реализовать многочисленные проекты по развитию инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры в связи с празднованием 300-летия города в 2023 г. Одним из таких проектов является создание культур-

ного кластера на территории бывшего завода «Пермский мотовозоремонтный завод «Ремпутьмаш». Согласно решению краевого Минстроя, на площадке завода планируется создать культурный кластер, в котором разместятся Пермская художественная галерея и 4 музея. Проектными решениями предусматривается снос, реконструкция, новое строительство с перепрофилированием объекта из производственного в общественное назначение. Территория завода освоена с 1878 г. под железнодорожные мастерские, до 2018 г. завод являлся предприятием по производству и ремонту колесных пар на все основные виды путевой техники. В настоящее время значительная часть производства уже перенесена на пригородную базу компании «Ремпутьмаш-Верещагино». С учетом длительного промышленного освоения территории осложняющим фактором ее перепрофилирования является экологическое состояние грунтов.

Результаты оценки

Современная Пермь представляет собой большую промышленную агломерацию, где левобережный берег р. Камы (Воткинское водохранилище) занят промышленными предприятиями. Территория «Ремпутьмаш» обладает большой исторической и культурной ценностью для города, поскольку именно в устьевой части р. Егошихи были обнаружены медистые песчаники и заложены первые рудники, давшие начало развитию города.

Промышленная зона завода «Ремпутьмаш» располагается в левобережной части бассейна р. Камы рисунок также в устьевой части р. Егошихи(притока Воткинского водохранилища). На территории реализации проектных решений р. Егошиха протекает в коллекторе. Территория пересечена небольшой сетью автомобильных и железных дорог, необходимых для функционирования предприятия, практически вся площадь водосбора спланирована и покрыта твердой водонепроницаемой поверхностью (промышленная зона, асфальтированные дороги и проезды, производственные здания и территории).

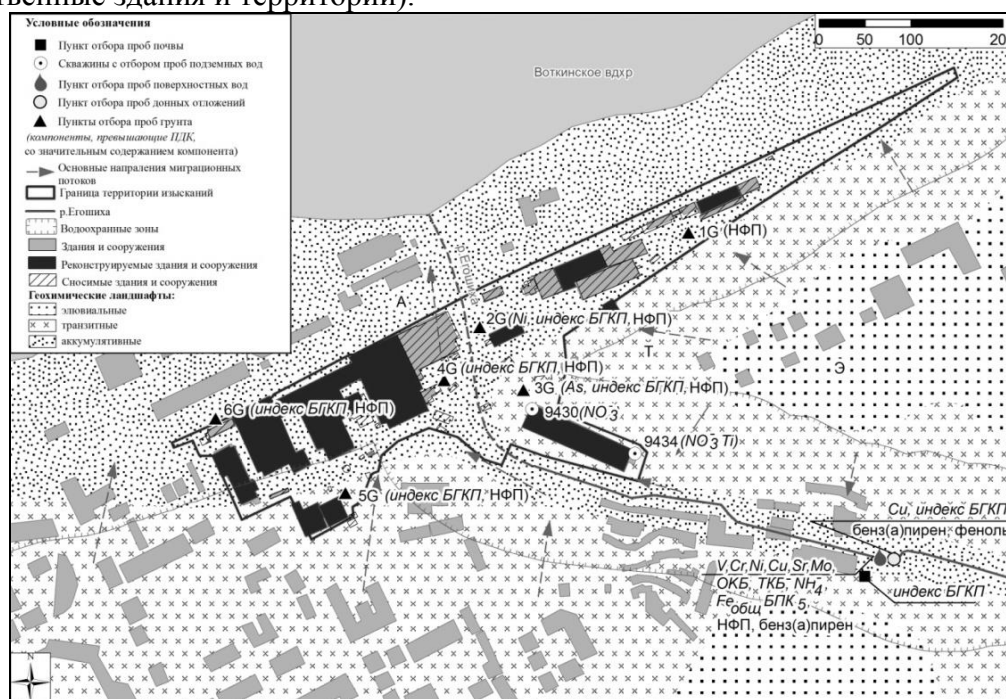


Рис. 1 Схема современного экологического состояния территории «Ремпутьмаш»

Территория предприятия характеризуется наличием зон с особыми условиями использования – зоны охраны объектов культурного наследия, охранный зона железных дорог, приаэродромная территория, зона охраняемого природного ландшафта, зона затопления и подтопления, зона санитарной охраны водозабора, водоохранная зона и прибрежная защитная полоса водных объектов. В частности границах завода расположены объекты культурного наследия регионального значения – памятники «Корпус производственный железнодорожных мастерских», «Здание, где в Главных железнодорожных мастерских Уральской горнозаводской дороги служил В.Г. Короленко». Территория реализации проекта расположена в границах выявленного объекта культурного наследия – достопримечательного места «Егошихинский медеплавильный завод», а также в границах объекта археологического наследия – «Егошихинский медеплавильный завод, поселение».

Инженерно-геологические условия территории. В геологическом строении участка до изученной глубины 23 м принимают участие отложения четвертичной и пермской систем. Отложения четвертичной системы представлены техногенными насыпными грунтами неоднородными по литологическому составу, площади и разрезу, аллювиальными глинистыми, супесчаными, гравийно-галечниковыми грунтами. Участками четвертичные отложения перекрыты почвенно-растительным слоем и асфальтом мощностью до 0,4 м. Пермская система приуральского отдела уфимского яруса представлена алевролитами с прослоями аргиллита, песчаниками, породы от очень низкой прочности до малопрочных, размягчаемые и не размягчаемые. Коренные породы выветрелые до суглинков дресвяных и дресвяно-щебенистых грунтов с суглинистым и глинистым заполнителем.

Специфика инженерно-геологических условий территории реализации проекта определяется возможностью проявления оползневых процессов на склоне р. Егошихи, суффозионных процессов, воздействия процессов освоения месторождений полезных ископаемых, связанных с высокой плотностью подземных горных выработок XVIII–XIX веков для поисков и разработки медистых песчаников. Наибольшую опасность для зданий и сооружений представляют процессы суффозионного выноса в зонах интенсивной трещиноватости и пустот старых горных выработок в медистого песчаника. Положение рудников изучено недостаточно хорошо в связи с тем, что входы в шахты и отвалы пород в застроенных районах в настоящее время спланированы и перекрыты почвенно-растительным слоем, асфальтом, сооружениями.

Современное экологическое состояние грунтов. Оценка современного экологического состояния почв и грунтов городских территорий включает исследования характера и уровня химического и биологического загрязнения, выявление участков загрязнения, требующих проведения санации или рекультивации для соответствующих видов последующего функционального использования. Многолетний опыт выполнения инженерно-экологических изысканий для различных объектов капитального строительства на территории Пермского края показывает, что исследованные территории в зависимости от их функционального использования характеризуются своей спецификой экологического состояния грунтов [3]. Согласно проведенным исследованиям почв и грунтов [4] для участков с высокой транспортной нагрузкой, находящихся вблизи железнодорожных станций, предприятий технического обслуживания и эксплуатации подвижного состава, характерны высокие концентрации Zn, Mn, Fe, Cu, Pb и нефтепродуктов.

Оценка современного экологического состояния грунтов территории «Ремпутьмаш» выполнена соответствии с требованиями пп. 8.4 и 8.5 СП 47.13330-2012 и пп. 4 и 6 СП 11-102-97, СанПиН 2.1.7.1287-03. Отбор проб почвогрунтов выполнен с глубины 0-10 см методом прикопок, а также из инженерно-геологических скважин с учетом глубины заложения фундамента проектируемых зданий – с глубин 2 м и 6 м. Аналитические исследования включали катионо-анионный состав водной вытяжки и оценку агрохимических показателей, плотного остатка, pH солевого и водного, нефтепродуктов, летучих фенолов, 3,4-бенз(а)пирена, технофильных тяжелых металлов (свинец, кадмий, цинк, медь, никель, ртуть) и мышьяка с расчетом суммарного показателя загрязнения Z_c , санитарно-эпидемиологических показателей – микробиологических (индекс БГКП и энтерококков) и паразитологических (цисты патогенных кишечных простей-

ших и яйца гельминтов), а также радиологические исследования (удельная эффективная активность природных радионуклидов).

На момент проведения отбора проб грунта на территории бывшего мотовозоремонтного завода деятельность предприятия остановлена. На момент обследования здесь размещено большое количество промышленного мусора – металлической стружки, ветоши, неисправного оборудования, угля и др. Грунты представлены техногенными насыпными суглинками или супесью с примесью органического вещества, шлаком, щебнем известняка, строительным мусором.

Оценка солевого состава водной вытяжки грунтов свидетельствует, что наибольшее содержание среди анионов занимают сульфат-ионы, среди катионов – ионы кальция. Водородный показатель водной вытяжки характеризует среду как нейтральную и слабощелочную, а солевой вытяжки – слабокислую и нейтральную в верхней части разреза, нейтральную и слабощелочную на глубине.

При оценке микроэлементного анализа учитывалось валовое содержание элементов с учетом кислотности среды и литологического состава субстрата. Превышение относительно ПДК (ОДК) в грунтах для элементов 1-2 классов экологической опасности выявлено для всех элементов за исключением ртути. Кратность превышений над ОДК (ПДК) отмечено по содержанию мышьяка (до 13,2 раз), никеля (до 3 раз), цинка (до 2,8 раз), меди (до 2,9 раза), свинца (до 4 раз), кадмия (до 1,3 раза). Итоговая оценка уровня загрязнения грунтов дана по показателю Z_c , рассчитанному с учетом фонового подхода. По результатам расчетов значения нормативного показателя Z_c для верхней части разреза составили 15,1-69,3, нижней части разреза – 7,5-39,1 (при допустимом уровне 16,0). В грунтах территории завода отмечены превышение ПДК по бенз(а)пирену – до 2,5 раз в верхней части разреза и 8,5 раз в средней его части. Для верхней части разреза характерны высокие содержания нефтепродуктов – до 240 мг/кг, фенолов – до 0,3 мг/кг. Санитарно-бактериологическое и санитарно-паразитологическое состояние грунтов соответствует нормативным требованиям, отсутствуют превышения по индексу БГКП и индексу энтерококков, превышения по цистам патогенных кишечных простейших и яйца гельминтов. Удельная эффективная активность природных радионуклидов изменяется от 16 до 30,0 Бк/кг.

С учетом присутствия на территории реализации проекта насыпных грунтов мощностью более 2 м согласно п. 4.61 СП 11-102-97 проведены газогеохимические исследования с целью оценки масштабов возможной генерации биогаза, содержащего горючие и токсичные компоненты. При проведении газогеохимических исследований выполнены лабораторные газохроматографические исследования компонентного состава грунтов (анализ состава газов открытых пор грунтов, отобранных из скважин) и поверхностная газогеохимическая съемка (шпуровое опробование подпочвенного воздуха). Состав газов открытых пор грунтов включал определение метана, этана, пропана, пропилена, изобутана, нбутана, бутилена, изопентана, нпентана, сумму углеводородов, диоксида углерода, гелия, водорода, азота, кислорода. Газогехимическое состояние грунтов оценивается на основании критериев оценки по степени опасности метана, диоксида углерода, водорода и кислорода.

По результатам шпуровой съемки не выявлено зон с повышенной концентрацией биогаза, что обусловлено глубоким залеганием газогенерирующих грунтов. Согласно лабораторным газохроматографическим исследованиям компонентного состава проб зафиксированы грунты, которые классифицируются как «потенциально опасные» по содержанию биогаза.

Выводы

Таким образом, результатом эксплуатации завода является преобразование геологической среды данной территории в природно-техногенную систему, функционирование которой обусловлено экзогенными геологическими процессами и последствиями хозяйственной деятельности человека.

На территории реализации проекта реорганизации зафиксированы грунты с категорией загрязнения «опасные» и «чрезвычайно опасные». С учетом требований нормативных документов при проведении земляных работ на данной территории на участках грунтов с категорией

загрязнения «опасные» возможно ограниченное их использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м. Для грунтов с категорией загрязнения «чрезвычайно опасные» рекомендуется их вывоз и утилизация на специализированные полигоны. Для участков с присутствием газогенерирующих грунтов предусмотреть эффективные средства изоляции подвальных помещений зданий и инженерных сетей газодренажными системами или газонепроницаемыми экранами, обустройство производительной вентиляции.

Указанные рекомендации необходимо выполнить с целью обеспечения охраны окружающей природной среды и здоровья населения с учетом последующей эксплуатации территории в качестве культурно-рекреационной зоны. При этом данные мероприятия предполагают дополнительные финансовые затраты на реализацию проекта. В условиях растущего загрязнения окружающей среды именно качество почв и грунтов территорий может явиться ограничивающим условием по возможности размещения тех или иных промышленных или культурно-массовых объектов, фактором определяющим стоимость земель.

Список литературы

1. Котилко В.В. Москва: Реорганизация производственных зон // Региональная экономика: теория и практика. 2005. № 7. С. 63-68.
2. Шапина Е. С. Проблемы редевелопмента промышленных территорий в Санкт-Петербурге // Молодой ученый. 2018. № 48. С. 59-62. URL <https://moluch.ru/archive/234/54290/> (дата обращения: 10.07.2019).
3. Меньшикова Е.А., Ждакаев В.И. Экологическое состояние грунтов городских территорий Пермского края // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2017. № 4. С. 124-132. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.04.10.
4. Ключников Д.А., Платонова С.А., Соболева Е.В. Тяжелые металлы в почвах зоны железнодорожного отвода станции Уссурийск ОАО «РЖД» // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 1 (22). С. 54-57.

THE EXPERIENCE OF ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL SURVEYS FOR THE PROJECT OF INDUSTRIAL ZONE REORGANIZATION IN THE CITY OF PERM

Menshikova E.A., Ushakova E.S.

menshikova_e@list.ru, ushakova.evgeniya@gmail.com

Natural Sciences Institute of Perm State University, Perm

Abstract. The article considers the results of the assessment of the environmental condition of soils of the territory of the Perm Motor Vehicle Repair Plant "Remputmash" within the framework of engineering and environmental surveys. The territory has been mastered in the industrial profile since the end of the XIX century and now it is planned to convert from production to public. The result of operation of the plant is the transformation of the geological environment of the area into a natural and technological system, the functioning of which is due to exogenous geological processes and the effects of human economic activity. Soils with the category of pollution "dangerous" and "extremely dangerous", "potentially dangerous" in terms of biogas content are fixed on the territory of the enterprise, which should be taken into account when implementing design solutions.

Keywords: reorganization of industrial zones, technogenic soils, pollution, heavy metals, gas generating soils.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА НАМЫВНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

*Т.Н. Николаева, t_nikol56@mail.ru; Л.П. Норова, larisanorova@rambler.ru
Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Описана история инженерного освоения прибрежной акватории Невы и Финского залива в Санкт-Петербурге со времени основания города. Рассматривается специфика инженерно-геологических и геолого-экологических условий намывных территорий. Дана характеристика направленности изысканий и проектирования на намывных территориях. Сформулированы приоритетные направления при изысканиях и строительстве на намывных территориях.

Ключевые слова: Санкт-Петербург, техногенные намывные грунты, инженерно-геологические условия, инженерные изыскания.

Одна из тенденций современного строительства - освоение новых территорий, ранее считавшихся непригодными для возведения зданий и сооружений из-за технических сложностей, в том числе территорий с крайне неблагоприятными инженерно-геологическими, гидрологическими и экологическими условиями. К таким территориям, в первую очередь, относятся те, которые отвоевываются у морской акватории.

Постоянной заботой городских властей, начиная с основания Санкт-Петербурга, были работы по инженерному освоению прибрежной акватории Невы и Финского залива с отсыпкой или намывом техногенных грунтов. На шведских картах начала XVIII в. видно, что значительную площадь островной части города занимали торфяники и заторфованные участки. Соответственно, на первых этапах (1703-1724) основной задачей было осушение будущей городской территории. Целенаправленный регулируемый подъем поверхности в этот период проводился постоянно в течение всего периода развития и роста города: а) для использования заболоченных участков и болотных массивов с целью жилищной и промышленной застройки; б) расширения береговых зон протоков, каналов и Финского залива и строительства набережных, мостов, портовых сооружений; в) защиты города от наводнений. С двадцатых годов XVIII в. активно проводились работы по созданию портовой инфраструктуры на северном побережье Васильевского острова. На подсыпанных территориях создавали причалы, склады, таможни; на западной оконечности острова формировали зимнюю и ремонтную базы галерного флота.

В отличие от разнообразных и утилитарных проектов XVIII-XIX вв. в начале XX в. появились глобальные идеи по переустройству городского пространства. После 1917 г. приоритетом стало комплексное развитие прибрежных территорий. Например, появился проект развития морского порта и создания гидропортов. Один из них был построен в 1931 г. на Васильевском острове. В период 1957-1966 гг. разрабатывались проекты массовых намывов в заболоченных прибрежных зонах акваторий Финского залива до отметок, выше прогнозируемых наводнений. В то время подход к городу со стороны Финского залива практически не имел градостроительного решения - низкие заболоченные территории, фрагментарная малоценная застройка на отдельных участках побережья. Новое строительство предлагалось размещать по побережью Невской губы с целью формирования целостного морского фасада города общей протяженностью около 25 км. По Генеральному плану развития города 1966 г. предполагалось создание намывных территорий общей площадью 4940 га, в том числе на Васильевском острове 350 га (табл. 1). При этом ведущей градостроительной задачей являлось развитие Ленинграда в западном направлении с созданием «морского фасада».

В последующих Генпланах (1985 и 2005 гг.) прослеживалась преемственность этой идеи. Наиболее значимый проект - формирование новых районов в западной части Васильевского острова на искусственно создаваемой (намывной) площади. На вновь образованных территориях, созданных методом гидронамыва, запланировано и частично осуществлено строительство

современного морского пассажирского порта, предназначенного стать современным морским фасадом города. Большая территория образывается для жилой и общественно-деловой застройки, зеленых насаждений и др.

Таблица 1

Площади намыва по районам Санкт-Петербурга

№№/пп	Районы намыва	Всего по Генеральному плану 1966 г.)	
		Площадь, га	Объем, тыс.м ³
1	Васильевский	350	11380
2	Ждановский	2760	71500
3	Кировский и Красносельский	1680	37450
4	Прочие районы	150	4800

Специфика инженерно-геологических и геолого-экологических условий вновь образованных территорий. Работы по инженерному освоению под застройку прибрежных акваторий Невы и Финского залива на каждом этапе развития Санкт-Петербурга имели свои приоритетные задачи и, соответственно, при принятом способе инженерной подготовки - свои особенности формирования состава как насыпных, так и намывных образований, гидродинамического и гидрохимического режима грунтовых вод и условий строительства зданий, дорог, коммуникаций и других сооружений.

Так, например, при формировании морского фасада способ подготовки территории гидронамывом предполагал осуществление последовательного комплекса мероприятий, в том числе, организацию поверхностного стока, защиту низменных территорий от затопления при наводнениях и др. Однако, по ряду обстоятельств, это выполнено не было. Намывная территория долгое время не имела организованного стока и периодически затапливалась поверхностными водами. Исследования на ряде объектов на намывных территориях западной части Васильевского острова показали ряд особенностей.

1. Состав и физико-механические свойства намывных грунтов при принятом способе подготовки территории зависят с одной стороны от состава отложений в подводных карьерах Невской губы, с другой – от несовершенства схемы намыва, нарушений технологии. По гранулометрическому составу согласно ГОСТ 25100-2011 эти грунты характеризуются как неоднородные пески от пылеватых до крупных, реже супеси и суглинки (рис. 1), с коэффициентом неоднородности от 4,7 до 35,3. Пески в основном средней плотности сложения. Однако им свойственно значительное варьирование таких показателей плотности (г/см³) как: предельно рыхлого сухого грунта - от 1,28 до 1,52; предельно плотного сухого грунта - от 1,68 до 1,78, частиц грунта - от 2,51 до 2,66. Относительное содержание органического вещества изменяется в широких пределах - от 0,02 до 0,08 и выше. Выше уровня грунтовых вод пески влажные, ниже - водонасыщенные. Коэффициент фильтрации варьирует от 1,0 до 10,0 м/сут. Прослеживается четкая зависимость: чем выше содержание пыли, тем хуже строительные качества намытой толщи.

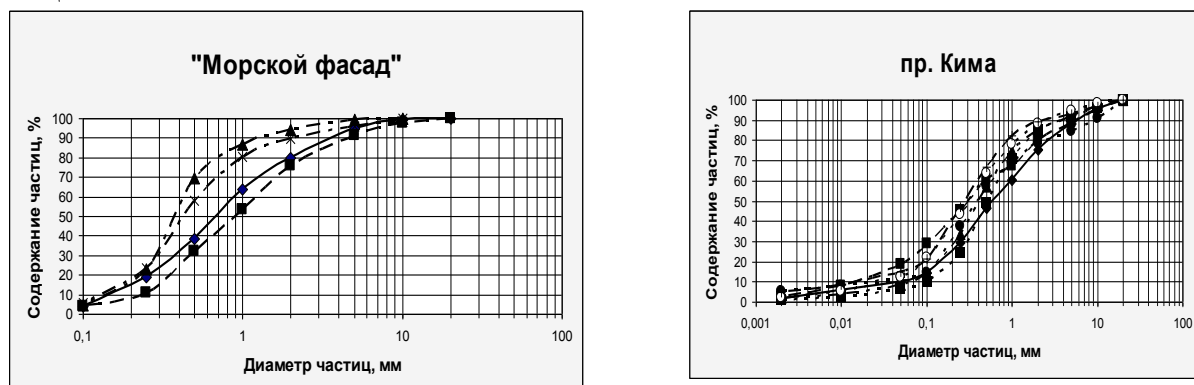


Рис. 1. Гранулометрический состав песчаных намывных грунтов различных участков Васильевского острова

2. Имеющиеся данные показывают, что не в достаточной мере было акцентировано внимание на сложность инженерно-геологического разреза (высокое положение уровня грунтовых вод и слабая дренированность территории; повсеместное развитие в верхней части разреза слабых водонасыщенных песчано-глинистых отложений морского, озерного, озерно-ледникового генезиса; незакономерное распространение заторфованных пород и торфов; низкая фильтрационная способность пород, назначенных к уплотнению намывом; сравнительно большая и неодинаковая глубина залегания кровли несущего горизонта - лужской морены) и др. В результате на намывной территории сформировалась весьма неоднородная и нередко слабая в строительном отношении толща техногенных отложений мощностью от 2 до 6 м, существенного улучшения физико-механических свойств пород разреза ниже намыва не происходит, что создает предпосылки значительных неравномерных осадок зданий и сооружений.

С этих позиций наличие намывного слоя без проведения специальных мероприятий по его дренированию и уплотнению основания являются осложняющим фактором, вызывающим дополнительную неравномерность осадок, а также заметное уменьшение несущей способности длинных составных свай в основании высоких зданий вследствие проявления отрицательного трения. Все это подтверждалось результатами наблюдений за осадками зданий (рис. 2, табл. 2) [1,2], при проектировании которых были использованы завышенные значения E_0 , полученные по компрессионным испытаниям.

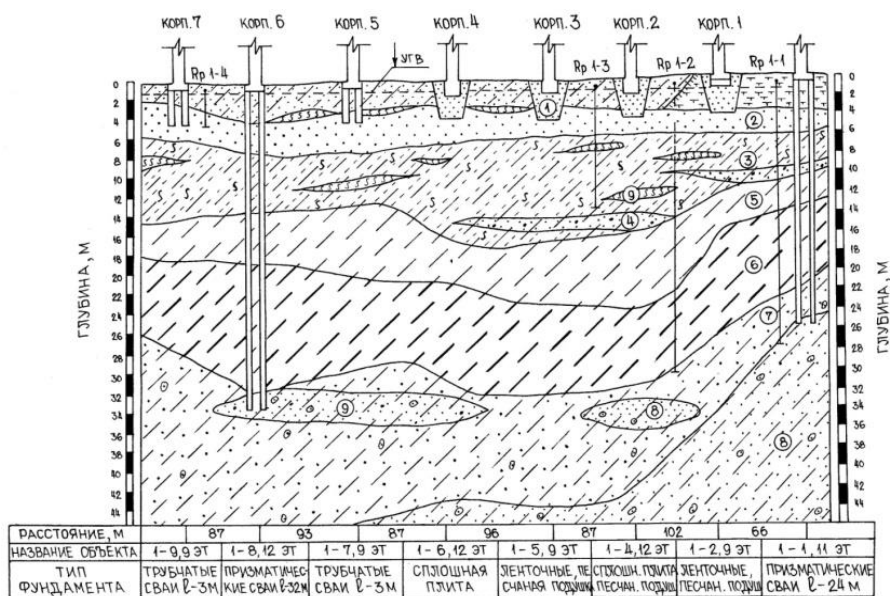


Рис. 2. Геолого-литологический разрез (tIV - слой1; m,IV - слои 2,3,4; lgIII – слои 5,6; gIII - слои 7,8) северо-западной части Васильевского острова (по данным проф. С.Н. Сотникова)

Таблица 2

Значения модуля общей деформации ($E_0^{\text{расч}}$) моренной толщи, полученные методом обратных расчетов по результатам наблюдений за реальными осадками зданий

Адрес	Тип фундамента	$S_{\text{расч}}$, см	$S_{\text{реалн.}}$, см		$E_0^{\text{расч}}$, МПа
			средняя	максимальная	
ул. Наличная, д.36/2	Плита 18x90 м	20-25	75	90	2,0
ул. Наличная, д.36/4	Плита 18x90 м	20-25	60	75	1,6
ул. Наличная, д.36/6	Сваи 32 м	8	25	30	1,7

Примечание: $S_{\text{расч}}$ - величина расчетной осадки по данным изысканий; $S_{\text{реалн.}}$ - величина реальной осадки за 10 лет эксплуатации зданий; $E_0^{\text{расч}}$ - значения модуля общей деформации моренной толщи, полученные методом обратных расчетов по результатам наблюдений за реальными осадками зданий

3. По гидрогеологическим условиям грунтовые воды намывных территорий острова могут быть агрессивными к бетону и металлоконструкциям, а также являться проводником загрязнений в нижележащие водоносные горизонты. По данным изыскательских и научно-исследовательских работ на рассматриваемой территории фиксируется высокий уровень минерализации грунтовых вод (до 2,0 г/дм³ и выше), соединений азота (NH₄⁺ до 31 мг/дм³), нефтепродуктов (до 1,5 мг/дм³); аномально высокие значения ХПК (>150 мг/дм³) и др. Опробование режимной скважины на Васильевском острове в районе ул. Кораблестроителей отражает природно-техногенные особенности специфических зон: в ней вода мутная с черной взвесью и запахом бензина, окислительно-восстановительный потенциал имеет отрицательные значения.

Сейчас на рассматриваемой территории практически не проводятся наблюдения за изменением компонентов геологической среды, отсутствует информация о возможности развития негативных процессов и их влияния на условия эксплуатации сооружений. Здесь можно выделить неблагоприятные участки как в отношении инженерно-геологических, так и экологических условий. Соответственно, необходимы новые методические подходы к районированию и зонированию территории, к оценке возможности ее использования. Кроме того, при изучении техногенных грунтов для строительного освоения важно учитывать изменчивость состава и свойств в плане и по глубине, способность изменять физико-механические свойства со временем, в том числе за счет возможных осадок подстилающих слоев.

При образовании намывной территории в акватории Финского залива по данным ЛенморНИИпроекта технологические решения предусматривают выполнение и устройство ограждающей шпунтовой стенки, и дамбы обвалования с защитой ее откосов от размыва. Также они включают методы принудительного ускоренного уплотнения грунтов, ускорения консолидации грунтов с помощью дренирования геодренами, и, как наиболее эффективный метод, – использование для уплотнения более высоких временных нагрузок, чем нагрузок при дальнейшей эксплуатации (метод перегрузки). По истечении срока, составляющего чуть более 3 месяцев, временная насыпь перемещается на другие участки. Строительство может начаться сразу, но в ряде случаев необходимо предусмотреть некоторый срок для консолидации намывных образований.

Например, на вновь образованной территории второго и третьего пусковых комплексов Морского пассажирского терминала, западнее Васильевского острова отметки искусственно образованной поверхности изменяются от 1,3 до 5,6 м. В пределах участка на разведанную скважинами глубину 50,0 м принимают участие (сверху-вниз): современные намывные образования – tIV; современные морские отложения - mIV; верхнечетвертичные озерно-ледниковые отложения - lgIII; верхнечетвертичные ледниковые отложения - gIII; вендские отложения – V kt₂ (верхнепротерозойские отложения – PRз).

При намыве территории терминала к основным особенностям объекта можно отнести: незащищенность района работ от волнения; большая площадь образуемой территории; сжатые сроки производства работ; необходимость принятия специальных мер для ускорения консолидации песков в территории.

Повсеместно с поверхности развиты пески (намывные), средней крупности, крупные, коричневого, светло-коричневого цвета, с гравием. К песчаным грунтам современных техногенных и морских отложений приурочен грунтовый водоносный горизонт. Воды безнапорные. Уровень грунтовых вод (сформированный после отсыпки территории) на период проходки скважин зафиксирован на отметках от минус 0,5 до 0,0 м. По химическому составу воды смешанного типа. Согласно СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии», грунтовые воды относятся к слабо- и среднеагрессивным.

На основании инженерно-геологического обследования участка выявлены следующие его характерные особенности:

- широкое развитие с поверхности современных техногенных и морских песчаных отложений (общая мощность песчаной толщи достигает 18,6м);
- практически повсеместное развитие озерно-ледниковых отложений – глин и суглинков мощностью 7,7 м; слабые грунты должны быть прорезаны погружными конструкциями (сваи) на полную мощность;

- ледниковые и вендские слои могут быть использованы в качестве основного несущего слоя для фундаментов;
- при проектировании необходимо учитывать наличие агрессивных грунтовых вод;
- земляные работы необходимо производить с учетом наличия плавунных грунтов и с учетом возможной откачки грунтовых вод из котлованов.
- при выполнении намыва важно осуществлять экологический мониторинг и контроль производства работ.

Изыскания на намывных площадках. Изыскания на территориях, подготавливаемых к строительству намывом, должны вестись в 2 этапа. На первом планируются инженерно-геологические исследования площадки с целью последующей разработки проекта ее инженерной подготовки путем намыва грунта гидромеханизированным способом, расчета сроков консолидации и величины конечной осадки подстилающей толщи сильносжимаемых грунтов, пригруженных намывным слоем, и т.п. В период стабилизации осадок грунтов намывной территории (второй этап) ведутся изыскания с целью последующей привязки конкретных зданий или сооружений с учетом выбора рационального типа оснований и конструкций фундаментов, прогнозирования геологических процессов в период строительства и эксплуатации сооружений, способов проведения строительно-монтажных работ [3,4].

Основания, сложенные намывными грунтами, должны проектироваться с учетом их способности изменять физико-механические свойства со временем, в том числе за счет колебаний уровня подземных вод, чувствительности к вибрационным воздействиям, возможных осадок подстилающих слоев, а также за счет изменения физико-химических и биохимических условий в водонасыщенной толще [5]. Качество укладки намывных грунтов должно контролироваться полевыми и лабораторными исследованиями. Управление технологией намыва (например, изменением консистенции или удельного расхода гидросмеси) позволяет влиять на показатели намывных грунтов. Дальнейшее же улучшение их свойств достигается различными способами уплотнения или физико-химическим закреплением, дренированием и др.

Прочностные и деформационные характеристики намывных отложений, как правило, должны устанавливаться по результатам полевых и лабораторных исследований грунтов ненарушенного сложения с учетом возраста намывного грунта, а также разницы во времени между периодом изысканий и началом строительства. Полная деформация основания, сложенного намывными грунтами, должна определяться суммированием осадок основания от внешней нагрузки, самоуплотнения намывной толщи и дополнительных осадок за счет незавершившейся консолидации загруженных намывом подстилающих слоев грунта.

Все сказанное выше позволяет прийти к заключению, что техногенные грунты городских территорий требуют постоянного и глубокого изучения. В связи с этим следует обратить внимание на важность решения такой проблемы как мониторинг - обеспечение пространственно-временного контроля за всеми компонентами геологической вновь образованной территории, в тесной взаимосвязи с эксплуатируемыми и строящимися инженерными объектами подземного и наземного размещения. Кроме того, к важным вопросам при изысканиях и строительстве на намывных территориях следует отнести комплексность и тесное сочетание инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий;

Список литературы

1. Далматов Б.И. Исследование деформаций грунтов в основании сооружений/ С.Н. Сотников, Н.М. Дорошкевич и др.// Труды 8 международной конференции по геотехнике грунтов и фундаментостроению. М.: Стройиздат, 1973.- с. 64-72.
2. Норова Л.П. Инженерно-геологические и геоэкологические последствия контаминации подземного пространства различными направлениями при нства Санкт-Петербурга//Автореферат диссертации. СПб, 2001.
4. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям и проектированию оснований зданий и сооружений на намывных территориях. НИИОСП, М., 1985.

5. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов. М., 2000.
6. СП 22.13330-2016. Основания зданий и сооружений. М., 2017.

SOME SPECIFICITIES OF ENGINEERING GEOLOGICAL RESEARCHES FOR CONSTRUCTION IN PRECOAT AREAS

*T.N.Nikolaeva, t_nikol56@mail.ru; L.P.Norova, larisanorova@rambler.ru
Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia*

Abstract. The article describes the history of engineering development on the coastal areas in St. Petersburg since the city was found. We consider the specificity of engineering-geological and geological-ecological conditions of precoat territories. It presented a characteristics of the research and design stages on precoat areas. The priority directions for researches and construction on the precoat areas described.

Keywords: St. Petersburg, man-made precoat soils, engineering-geological conditions, engineering researches.

УДК 556.3

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В ПОМОЩЬ АРБИТРАЖУ

М.С. Орлов, orlov1940@mail.ru

Геологический ф-т Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

Аннотация. На нескольких примерах рассмотрены гидрогеоэкологические проблемы, ставшие предметом обсуждения в областных арбитражных судах. Выяснилось, что решение относительно несложных гидрогеологических задач имеет социально-экологический и нравственный аспекты. Предложены меры по переподготовке и повышению квалификации юристов.

Ключевые слова: Арбитраж, санитарно-защитные зоны, зоны санитарной охраны водозаборов, полигоны твердых коммунальных отходов

В последние годы на кафедре гидрогеологии МГУ все чаще обращаются как отдельные граждане, так и судьи арбитражных судов различных областей с просьбами провести экологическую экспертизу материалов, затрагивающих проблемы охраны и защиты подземных вод. Представляется, что это – естественно, т.к. юристы совсем не ориентируются в существовании гидрогеологических вопросов; правовые и нормативно-методические документы освещают слишком общие, неконкретные условия природопользования. Кроме того, из интернета известно, что именно на кафедре гидрогеологии МГУ развивается перспективное учебно-научное направление – гидрогеоэкология, рассматривающее подземные воды как часть экосистем. Действительно, именно подземные воды, их наличие, гидрогеохимические, балансовые и гидрогеодинамические характеристики определяют состояние почв, их плодородие и населенность, сукцессию фитоценозов, общие ландшафтные характеристики, инженерно-геологические и мерзлотно-геологические процессы и явления.

Рассмотрим некоторые примеры гидрогеоэкологических ситуаций, ставшие содержанием юридических казусов.

1. Богородский район

В Нижегородской области есть небольшая деревенька, расположенная на водораздельном плато, по которому проходит шоссе. Рядом с деревней транспортная фирма приобрела участок и проектирует полигон переработки и захоронения ТКО. Размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) полигона – 1 км. Водоснабжение деревни основано на скважине глубиной 80 м. Размер зоны санитарной охраны (ЗСО) водозабора – 775 м. Границы ЗСО и СЗЗ контактируют,

но не пересекаются. В связи с обращением Областного Арбитражного суда были проведены **оценки защищенности** подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта с учетом: - антисанитарного содержания водозаборной скважины, - конструкции и технологии ПЗТКО (экраны, дренажи, пересыпка и т.п.) **Результат расчетов = горизонт защищен надежно**

Суд основал свое решение в пользу строительства полигона на нашем заключении. Неожданное следствие. Суд обязал оплатить экспертизу и ответчика и истцов (двух пожилых жительниц деревни). Авторы экспертного заключения хотели отказаться от претензий к деревенским старушкам, но оказалось, что за ними стоит мощная риелторская группа, торговавшая участками в этом районе

2. Назарово

На левом берегу Волги, ниже г. Рыбинск есть село Назарово.

Между селом и рекой имеется обширный карьер, из которого добывали песчано-гравийную смесь для дорог и иных нужд строительства. Крутые борта карьера представляли опасность для строений дачного поселка, с его северной стороны возникли стихийные свалки коммунальных отходов, металлолома, загрязненных нефтепродуктов и т.п. Некоторые участки вокруг карьера были приобретены частными лицами и предназначались для распродажи в розницу для застройки (ИЖС, дачи). На этих участках уже возникли сады и огороды с интенсивным использованием удобрений и средств химизации.

Карьер залит водой, ее уровень немного выше уреза Волги

Вокруг искусственного водоема нет водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы. «Нулевой вариант» оказывался крайне неблагоприятным для жителей Назарова и окрестностей, поскольку вода в карьере продолжала загрязняться, образовавшееся искусственное озеро заиливалось, заболачивалось и засорялось. Борта карьера обваливались,

Следствием этого прогнозировалось загрязнение Волги, чего допускать, естественно, было нельзя.

К счастью, появился предприниматель, предложивший проект рекультивации карьера и превращения его в зону отдыха горожан и местных жителей. В проекте: уположение бортов карьера, дорога к месту забора противопожарной воды, лодочная станция, пляжи, места спортивной рыбалки, база водного спорта (плавание, гребля, аттракционы), ликвидация свалок и санация водоема.

В проекте имеется необходимый раздел ОВОС, обосновывающий допустимость проектируемого использования карьера и его окрестностей. В судебном споре между застройщиками и предпринимателем победил последний, благодаря тому, что суд учел геоэкологическое заключение кафедры гидрогеологии, явившееся по сути разделом ОВОС к проекту. Проектируемое воздействие признано **благоприятным. Решение Ярославского областного арбитражного суда – в пользу проекта.**

3. Заболотье

Урочище «Заболотье» в низовьях долины реки Дубна (Московская обл.) После пожаров в 2010 году местные власти Талдомского р-на решили обводнить

Заболотье (низинные болота). Чтобы взять воду потребовалось бы осушить часть воды из верховых болот, т.е. спровоцировать возобновление пожаров. Досудебное разбирательство позволило **отменить** решение местной администрации. Осушение заболоченной низины в долине р. Дубна, где расположен заказник «Журавлиная родина» привело бы к существенным экологическим переменам. Даже если бы удалось предотвратить пожары торфяников, из осушенных болот ушли бы лягушки и журавлям там больше не бывать.

4. Генсхема

После 26 апреля 1986 года (катастрофа на ЧАЭС) институт МосводоканалНИИпроект разработал Генеральную схему водоснабжения Москвы и городов Московской обл. с использованием подземных вод. Существо этой Генсхемы в строительстве четырех водопроводных систем, основанных на разведанных месторождениях воды в каменноугольных отложениях Московского артезианского бассейна. Северная система берет воду из скважин в низовьях рек Сестры, Дубны и у канала им. Москвы (Талдомский р-н), Восточная – из Среднеклязьминского

месторождения (долина Клязьмы и ее притоков от Ногинска до Петушков Владимирской области), Южная – ряд скважин по левому берегу Оки от Серпухова до Ступино, Западная – долина Москвы-реки от Звенигорода до Можайска. Каждая система должна дать по 1 - 1,5 м³/сек. Были суды между двумя субъектами РФ (Московской областью и Москвой). Обсуждались не только и не столько ресурсы, пределы воронок депрессии, переходящие границы субъектов, но и экологические последствия сооружения этих водопроводных систем. Генсхема реализуется, экологического обоснования к ней нет.

5. Некрасовка

Прокуратура Москвы возбудила дело о захлавлении довольно большой территории (около 6 га) рядом со старой свалкой в Некрасовке (ВАО). Было выдвинуто предположение (юристами) об оползании склонов свалки, что и явилось причиной порчи земельного участка. Натурное обследование позволило понять, что причиной появления мусорных холмов и куч на участке явился несанкционированный завоз на него отходов с территории ВАО. Высота свалочной насыпи – около 25 м, склоны насыпи хоть и крутые, - не оползают, покрыты слоем грунта и обросли рудеральной травянистой растительностью и мелкими кустарниками.

Здесь же выявилось иное, более значимое обстоятельство, гораздо в большей степени заслуживающее внимание правоохранительных органов.

В нарушение всех нормативов СанПиН (1) в 30 метрах от подножья свалочной насыпи построены жилые многоэтажные дома, детские площадки, дорожки. Окна и балконы шести нижних этажей буквально упираются в свалку. И вот за это явное нарушение никто так и понес ответственности.

6. Николо-Берлюковский монастырь

Район, в котором расположен монастырь, относится к северо-западной части Мещерской низменности. Это неглубокая прогнутая геологическая структура, выполненная водноледниковыми и аллювиальными (речными), преимущественно песчаными отложениями. В верхней части песков сформировался толстый слой ортзандов, в которых и пройдены тоннели, соединяющие подземные и наземные церкви в монастыре. Ниже залегают водоносные пески, разгружающиеся мочажинами в близлежащий овраг – приток р.Воря.

Настоятель монастыря, возвращенного РПЦ, очень заинтересован в возрождении по крайней мере двух родников в овраге взамен рассредоточенного выхода. До 30-х годов 20 века один из родников выводил воду великолепного качества, признаваемую целебной, второй же наполнял купальню, где на праздник Крещения, 19 января собиралось много народа. Однако, в годы коллективизации монастырь был упразднен, родники – засыпаны, а в храме и монастырских строениях размещены колония для малолетних преступников и клиника для душевнобольных.

Нашими исследованиями выявлены: подземный ход из церкви к берегу Вори, где были открыта древняя (около 400 лет) подземная церковь с уникальным чугунным литым иконостасом; возможность каптажа родников и возрождения купальни; меры по предотвращению загрязнения грунтовых вод с поверхности.

Представляется необходимым продолжить наблюдения за изменением химического состава воды. Особенно в случаях ее использования в питьевых целях. Местным учреждением Роспотребнадзора (бывшая СЭС) дела до монастырского колодца и родников нет – это нецентрализованный водозабор, - «можете частным образом пить что хотите». В этих условиях насельники монастыря, студенты и школьники могли бы вести мониторинг подземных и поверхностных вод на общественных началах. Одновременно нужно отслеживать проявления антропогенных причин, потенциально воздействующих на количественные и качественные характеристики воды: распашку и применение удобрений вблизи области питания грунтовых вод, строительство с проникновением части фундаментов под свободную поверхность грунтовых вод, археологическое раскопки, вертикальную планировку поверхности земли, строительство дорог, плотин и прочее.

7. Каналы Жилинского и пожары

Начиная с лета 1972 года леса и торфяники Мещерской низменности горят. Эти пожары Москва ощущает в жаркие летние месяцы при восточных и юго-восточных ветрах. Особенно остро и трагично мещерские пожары поразили Москву летом 2010 года. Причины пожаров – падение уровня грунтовых и болотных вод из-за работы водозаборов и осушительных систем. Поводом, как всегда, послужил «человеческий фактор».

СМИ левого толка тотчас же нашли виновного :««Царский прихвостень» Жилинский осушил Мещеру!» Действительно, в Белорусском Полесье, в Мещере, на юге Западной Сибири можно видеть на топографических картах «каналы Жилинского». Генерал Ипполит Иосифович Жилинский, выполняя своеобразное «техзадание» императора, старался осушить низинные болота, богатые минеральными и органическими удобрениями для вовлечения этих земель в сельское и лесное хозяйство. Для использования же торфа в качестве топлива годится торф из верховых болот – малозольный. Вот этот – то торф осушали для первых тепловых электростанций по плану ГОЭЛРО Р.Э. Классен и Г.М.Кржижановский. И горели в Мещере в основном именно верховые осушенные болота и заболоченные леса. Так что винить генерала Жилинского не стоит. А разобраться – всегда полезно.

Список литературы

1. СанПиН 2.1.7.1038-01 Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов
2. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения
3. Постановление правительства Москвы и Московской области от 5 августа 1997 г. «О строительстве Объединенной системы водоснабжения Москвы и городов Московской области с использованием подземных вод».

HYDROGEOECOLOGICAL PAPERS TO HELP ARBITRATION

M.S. Orlov orlov1940@mail.ru

Dept. of Geology, Moscow State University, Moscow

Abstract. The hydrogeoecological problems discussed in regional arbitration courts are considered on several examples. It turned out that the solution of relatively simple hydrogeological problems has a socio-ecological and moral aspects. Proposed measures for retraining and advanced training of lawyers.

Keywords: Arbitration, sanitary protection zones, sanitary intake zones of water intakes, landfills for municipal solid waste

УДК 556.3

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

М.С. Орлов, orlov1940@mail.ru

Геологический ф-т Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

Аннотация. В статье анализируются гидрогеологические аспекты экологического обоснования проектов строительства инженерных сооружений. Рассмотрены виды инженерного обеспечения городов: водоснабжение и водоотведение, мусороудаление, транспорт, кладбища. Показано определяющее влияние подземных вод на опасные инженерно-геологические процессы, существенно усложняющие строительство. Дано современное представление на состав и объемы экологического обоснования жизни проекта и его реализации на всех стадиях, от замысла до ликвидации, для чего составлена таблица.

Ключевые слова: экологическое сопровождение проекта, экологическое обоснование проекта, инженерное обеспечение города, водоснабжение, водоотведение, мусороудаление, кладбища, опасные инженерно-геологические процессы.

Подземные воды часто оказываются на нижнем энергетическом уровне в экосистемах, в связи с чем антропогенные воздействия приводят к их загрязнению, к иссушению и повышению пожароопасности, к подъему уровня и к подтоплению земель. Именно изменение гидрогеологической обстановки (режима, структуры и качества воды в потоке подземных вод) приводит к проявлению или инициированию опасных инженерно-геологических процессов: суффозии, оползням, иссушению, разуплотнению и др. **Необходимое экологическое обоснование проекта (ОВОС, ПМОС) становится гидрогеоэкологическим в подавляющем большинстве случаев.**

Гидрогеоэкологические проблемы **водоснабжения**. Эксплуатация подземных вод чревата ростом и интерференцией воронок депрессии. Происходит инверсия напоров, что влечет за собой нисходящее перетекание, суффозию, ущерб речному стоку, ущерб гидробионтам, иссушение лесов, болот, агградация мерзлоты и др. В качестве примеров можно привести огромные области депрессии у карьеров Курской магнитной аномалии, у угольных разрезов Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса и, конечно, в центре Московской области, где площадь сработки напоров в карбоне составляет величину более 25 тыс. кв.км. Имеются проблемы с водоподготовкой: умягчение, обезжелезивание и деманганация, обесфторивание и фторирование, есть трудности и с утилизацией осадков от водоподготовки.

Гидрогеоэкологические проблемы **водоотведения**. Во-первых, смешение промстоков с хозяйственно-бытовыми стоками и, как следствие, гибель активного ила. Во-вторых, утилизация осадков сточных вод. В-третьих, утечки из подземных водонесущих коммуникаций и подтопление как опасный процесс. Модуль утечек составляет в Москве 4 л\сек\км² при среднегодовой норме питания (по Б.И. Куделину) -2 л\сек\км². Подтопление городских территорий – опасный процесс, провоцирующий усиление сейсмичности, снижение несущих свойств грунтов в основании сооружений, снижение прочности строительных конструкций, гибель растительности, затопление подвалов, рост числа заболеваемости детей.

Гидрогеоэкологические проблемы **мусороудаления**. Коммунальные отходы по своему составу очень пестрые. Чем крупнее город, тем больше мусора приходится на душу населения. Нет, и не может быть единственного способа обращения с отходами. В мировой практике применяются различные технологии: мусоросжигательные и мусороперерабатывающие заводы, инсинераторы, сепарация, прессование и утилизация, полигоны и свалки. Свалка нами рассматривается как особая экосистема со своими социоэкологическими, биоэкологическими и геоэкологическими процессами и особенностями. Промышленные отходы в большей степени подлежат переработке. Однако широкому развитию индустрии утилизации промстоков мешают их токсичность и большие накопленные объемы. Примеры: Воскресенск с горами фосфогипса, хвостохранилища на обогатительных фабриках, «мортлейки» у коксохимических производств и многие другие.

Гидрогеоэкологические проблемы **кладбищ**. Аэробные и анаэробные процессы разложения органики по характеристикам скорости и полноты протекания процесса зависят от фильтрационных свойств пород зоны аэрации. Можно выделить три типа захоронений:

- Некрополи в закарстованных и трещиноватых массивах. Примеры: Киево-Печерская лавра, Чуфут-Кале, Римские кладбища. Здесь мощная зона аэрации, хорошо проницаемые породы, идут процессы мумификации, кладбищенский срок – менее 3 лет.

- Старые городские кладбища, возникшие как погосты, у храмов, построенных, как правило, на возвышенностях, где так же мощность зоны аэрации велика и идут процессы аэробного разложения. Кладбищенский срок – 13,5 лет.

- Новые некрополи на выделенных неудобьях – сырых, низменных участках с минимальной зоной аэрации, представленной глинистыми слабо проницаемыми породами. Здесь

идут анаэробные процессы, гораздо более медленные (омыление), из-за чего кладбищенский срок растянут на несколько десятилетий.

Перемещение грунтовых масс в городе за счет вертикальной планировки площадок, строительства котлованов, выемок и насыпей приводит к разуплотнению грунтов, формированию трещин бортового и донного отпора, к увеличению проницаемости пород зоны аэрации и, как следствие, к подтоплению и, в ряде случаев, к возникновению барражного эффекта.

Чем более ответственные решения приходится принимать обществу или отдельному человеку, тем более эти решения нуждаются в обоснованиях, т.е. в доказательствах оптимальности, целесообразности, экономичности, экологической приемлемости, социальной выгоды и по прочим направлениям. Руководители всех рангов давно привыкли к юридическому сопровождению хозяйственной деятельности. На предприятиях работают юрисконсульты и целые юридические отделы. Проектирование уникальных объектов требует предварительно глубоких научных исследований, т.е. проработки научного обоснования. При проектировании относительно несложных, типовых объектов (школ, жилых домов и т.п.) можно обходиться инженерным обоснованием, т.е. руководствоваться техническими и экономическими нормативами и правилами, целесообразность применения которых ранее уже показана опытом.

В настоящее время в проектировании используется множество нормативных и методических документов. Это, прежде всего, СНиПы, т.е. «Строительные нормы и правила», документ, представляющий собой систему из сотен различных книжек, посвященных каждая какому-то одному типу сооружений, способам проведения проектных, изыскательских, строительных и сопутствующих работ. В них же приводятся количественные и качественные характеристики грунтов, строительных материалов, конструкций и сооружений в целом. СНиПами регламентируется порядок, очередность и содержание строительных работ. Как правило, СНиП не содержит объяснений или доказательств оптимальности или целесообразности норм и предписаний.

Близкий по назначению мощный пласт нормативно-методической литературы – СанПиНы, т.е. «Санитарные (и санитарно-эпидемиологические) правила и нормы», в которых сведены нормативы качества вод, идущих на водоснабжение, сточных вод, правила обращения с твердыми отходами, регламентации выбросов в атмосферу, а также правила охраны источников питьевой воды и сооружений централизованного водоснабжения.

Практика работы лучших, крупных проектно-изыскательских институтов показывает, что эти нормативно-методические документы уже устарели. Целесообразность их составления и пользования ими ставится под вопрос, поскольку они хуже (беднее по содержанию и в меньшей степени обоснованы по смыслу) чем учебники по соответствующим дисциплинам. Будущее, вероятно, за техническими регламентами, введение которых в России определено принятыми международными конвенциями и иными документами.

Сравнительно недавно, в 80–х годах 20 века, проявилась потребность общества еще в одном обосновании проектов хозяйственной деятельности – в экологическом. Причины роста таких потребностей общеизвестны. Это – углубляющийся экологический кризис, противоречие между потребительскими тенденциями развития общества, его экологической малограмотностью и возможностями природных экосистем к устойчивому развитию. Экологическое сопровождение деятельности представляет собой практически непрерывную, постоянно действующую систему мероприятий, имеющую цель обосновать возможность осуществления проекта, предложить меры по минимизации негативного воздействия объекта на экосистемы, выбрать оптимальный вариант хозяйственной деятельности, проконтролировать процессы строительства и эксплуатации инженерных сооружений при их взаимодействии с компонентами экосистем.

Нижеследующая таблица дает представление о принципах и содержании экологического сопровождения. В качестве наиболее типичного примера взята строительная деятельность, без которой не обходится большинство проектов. Стадийность проектирования соблюдается для наиболее крупных проектов. Для обычных целей, в соответствии с Постановлением Правитель-

ства РФ № 87 от 16 февраля 2008 г. введена норма двухстадийного или одностадийного проектирования (показаны жирным шрифтом) (таблица 1).

Примечание: ГИП – главный инженер проекта, ГЭП – главный эколог проекта (разработчик экологического обоснования), МПР – министерство природных ресурсов. В скобках – факультативное действие.

Следует обращать внимание на различие в целях проектирования на различных его этапах и, в частности, на различие в целях экологического обоснования. Так, целью ЗВОС является выявление экологических проблем, связанных с реализацией проекта; целью ОВОС является прогноз последствий реализации проекта; целью раздела ПМ ООС является анализ экологического риска при строительстве и эксплуатации проектируемого объекта и обоснование мер по охране, защите и реабилитации компонентов экосистемы. Под термином «реализация проекта» следует понимать его проектирование (с комплексом обосновывающих изысканий), строительство, эксплуатацию и ликвидацию (реконструкцию).

Таблица 1

Стадия	Вид экологического обоснования (раздел)	Экспертизы	Примечания
Замысел (концепция) Пред-проектная	Заявление о воздействии на окружающую среду (ЗВОС), стратегическая экологическая оценка (СЭО)	(Государственная экологическая экспертиза) Не обязательная, но желательная, целесообразная	Натурное обследование площадок и трасс, анализ литературы, маркетинговые исследования
Обоснование инвестиций (ОИ) Проект	Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) Повариантные прогнозы	Государственная экологическая экспертиза, Общественная экологическая экспертиза	Инженерно-экологические изыскания. Прогнозные оценки, выбор оптимального варианта
Проект, Рабочая документация	Мероприятия по охране окружающей среды (ПМ ООС) Работа по одному оптимальному варианту	Государственная экологическая экспертиза	Расчеты и прогнозное моделирование, проектирование и реализация экомониторинга
Строительство	Авторский надзор ГИПа и ГЭПа		Инспекция РПН и природоохранная прокуратура
Эксплуатация	Ведение экомониторинга, составление экопаспорта, экоаудит, экологическое страхование	Ростехнадзор, Росприроднадзор	Инспекция, региональный орган МПР по ведению мониторинга
Реконструкция	ОВОС в проекте	Государственная экологическая экспертиза	
Ликвидация	ОВОС в проекте	Государственная экологическая экспертиза	

Основным звеном экологического обоснования является раздел ОВОС. Именно на этапе его составления решаются прогнозные задачи оценки последствий взаимодействия инженерных сооружений с компонентами экосистемы, в которую эти сооружения вторгаются. Для экологического обоснования важно исследование именно воздействие сооружения на природные процессы и объекты, в то время как инженерное обоснование нацелено, как правило, на противоположное. Необходимый исходный материал для составления раздела ОВОС должны дать инженерно-экологические изыскания. При этом представляется важной такая организация работ, при которой техническое задание на изыскания составляет будущий исполнитель раздела ОВОС.

Главный инженер (архитектор) проекта может и должен осуществлять авторский надзор за реализацией своего проекта, т.е. посещать строительную площадку и контролировать соответствие характеристик строительства проектным предложениям. В случаях, когда разработчиком разделов ОВОС или ООС является не генеральный проектировщик, а иное лицо, что чаще

всего и бывает, авторский надзор должен осуществлять так же и главный эколог проекта (ГЭП, в официальных документах он именуется – «разработчик экологического обоснования»).

Экологическое обоснование проекта должно иметь и на практике уже часто имеет приоритет перед инженерным. Действительно, сначала нужно убедиться в принципиальной возможности строительства (реализации проектируемой хозяйственной деятельности), в допустимости проектируемого воздействия на природу, и только потом разрабатывать инженерную часть проекта. Не следует забывать и о том, что проект является системой обоснований (доказательств) оптимальности принимаемых решений и предложений.

В настоящее время Государственная экологическая экспертиза (ГЭЭ) проводится в трех ведомствах. Проекты, затрагивающие особо охраняемые природные территории (ООПТ), проходят ГЭЭ в Департаментах природопользования и охраны окружающей среды Росприроднадзора субъектов федерации; проекты, связанные с отходами и с опасными производствами, проходят ГЭЭ в Ростехнадзоре; остальная же, самая большая часть – в ведомстве Росстроя.

Список литературы

1. С.А. Васильев, С.А. Фомин. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду. Учебное пособие, М., Изд. МНЭПУ, 2003 г., с. 192
2. К.Н. Дьяконов, А.В.Дончева. Экологическое проектирование и экспертиза. Учебник для вузов. М., Изд. Аспект-Пресс, 2002 г., с. 384И.И.Косинова, В.А.Богословский, В.А.Бударина. Методы эколого-геохимических и эколого-геофизических исследований, рациональное недропользование. Воронеж, Изд. ВГУ, 2004 г., с.281
3. М.С. Орлов, К.Е.Питьева. Гидрогеоэкология городов. Учебное пособие для вузов. М., Инфра-М, 2013г., 260 стр.
4. М.С. Орлов. Геоэкологическое обоснование строительства (на примере г. Москвы). Учебное пособие. М., Изд. ГАСИС, 2008 г, с.56
5. Проблемы гидрогеологии XXI века: наука и образование. Сборник докладов конференции, посвященной 50-летию кафедры Гидрогеологии МГУ, М., Изд. РУДН, 2003 г, с. 515

HYDROGEOLOGICAL CONTENT OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF CONSTRUCTION PROJECTS

M.S. Orlov, orlov1940@mail.ru

Geological Dept. of MoscowStateUniversity, Moscow

Abstract. The article analyzes the hydrogeological aspects of the environmental assessment of projects for the construction of engineering structures. The types of engineering support of cities are considered: water supply and water disposal, waste disposal, transport, cemeteries. The decisive influence of groundwater on hazardous geotechnical processes, significantly complicating construction, is shown. Given the current presentation on the composition and scope of environmental justification of the life of the project and its implementation at all stages, from design to liquidation, for which a table is made.

Keywords: environmental support of the project, environmental justification of the project, engineering support of the city, water supply, water disposal, rubbish disposal, cemeteries, hazardous engineering and geological processes.

**РАЦИОНАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ФУНДАМЕНТОВ В СЛОЖНЫХ
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ПОДТОПЛЯЕМЫХ
ТЕРРИТОРИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ Б/У ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ**

А.Г.Чигарев¹, А.А.Харин², В.С.Гордейченко², Е.А.Латынин²

*¹Воронежский государственный технический университет,
доцент каф. СКОиФ им.проф. Борисова Ю.М., Воронеж, Россия*

*²Воронежский государственный технический университет, магистрант группы М181,
Воронеж, Россия*

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема экологичного, экономичного и рационального применения в строительстве б/у железобетонных конструкций. Она приведена на примере проектирования и строительства жилого дома. В статье кратко описываются конструкция и технология устройства подпорных стен и фундаментов из повторно используемых железобетонных плит перекрытия, с помощью которых удалось существенно снизить стоимость 1 кв. м. жилья, увеличить полезную площадь здания без существенного удорожания проекта.

Ключевые слова: б/у железобетонные конструкции, грунтоцементные сваи, экономическая выгода

Одной из острых проблем при строительстве малоэтажной жилой застройки является снижение его стоимости без ухудшения качества производимых строительных работ, которые осуществляются на площадке строительства. Вашему вниманию представлен реальный проект дома, который был запроектирован на заливных лугах с использованием б/у железобетонных конструкций.

При написании статьи одними из главных источников были книга «Строительство на урбанизированных территориях» автором, которой является Пономарев, в данной книге рассмотрены вопросы , а также информационный материал с видеохостингового сайта Youtube.

Цель работы:

- доказать, что применение б/у железобетонных конструкций в малоэтажном строительстве является коммерчески выгодным решением. Оно является примером более рационального и экологичного использования б/у строительных материалов.

- снизить стоимость 1 кв. метра общей площади здания посредством применения б/у железобетонных конструкций;

- уменьшение сроков возведения здания за счет того, что материал уже находится на строительной площадке и не требует транспортировки.

Место под строительство заливной луг. Во время весеннего разлива вода может подняться до 1.2 м. На месте строительства был расположен б/у железобетон, который было решено использовать в конструкции фундамента.

На момент постройки, август 2014 года, вода находилась на уровне 1 метр от поверхности грунта. Толщина растительного слоя составляла 60 см, и под ним располагались просадочные суглинки.

Было принято решение укрепить грунты основания следующими действиями:

1. Установить короткие грунтоцементные сваи $h = 0.8$ м

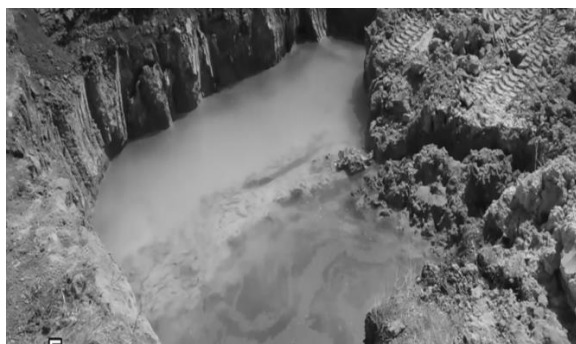
Технология применения грунтоцементных свай представляет собой создание мощных подземных колонн путем смешивания цементного молока и грунта в месте расположения будущей сваи. Показанием к применению такого метода, является строительство объектов на очень слабых грунтах, не отличающихся однородностью.

2. Вытрамбовать котлован и дать ему просохнуть

3. Отсыпать искусственное основание из б/у железобетона и песка с послойным уплотнением на 0.8 м.



Укрепление грунтов основание короткими грунтоцементными сваями



Было проведено водопонижение на участке

Далее фундамент под забор (дренажная траншея) отсыпана песком. Во время уплотнения грунтов оснований под здание вода вытекла ручьем из траншеи.



После чего был произведен завоз на строительную площадку бетонного боя для создания искусственного основания. На искусственном основании уложена сплошная гидроизоляция и начат монтаж б/у железобетонных плит, которые, в свою очередь, увеличивают площадь основания. Далее был произведен монтаж двухслойного плитного основания. Прочность бетона контролировалась неразрушающими методами контроля. Пригодность ж/б конструкций определялась специалистами кафедры СКОиФ им. проф. Ю.М. Борисова ВГТУ. Так же был произведен монтаж б/у железобетонных колонн в качестве полуподвального помещения, кроме колонн были так же применены железобетонные ригеля. Было проведено устройство теплоизоляции, гидроизоляции и обкладка стен полуподвала в 1/2 кирпича.



Производство работ



Начало армирования узлов примыкания

Было осуществлено устройство горизонтальной гидроизоляции под плиты перекрытия, далее построенные полуподвал перекрывается плитами перекрытия. С целью исключения мостиков холода армирование стен ведется стеклопластиковой арматурой.

Учитывая, что строительство ведется в зоне возможного затопления, полуподвал отсыпан грунтом, который не вывозился с места застройки.

Отсыпка полуподвала выполнена грунтоцементом и глиной с послойным уплотнением. Утепление и устройство пола в полуподвале было выполнено с применением пенобетона.

Технико-экономические показатели

Стоимость работ по укреплению грунтов оснований и устройству полуподвальных помещений общей площадью $14,5 \cdot 19 = 275,5 \text{ м}^2$ составила 1,1 млн.руб. Срок выполнения всех работ составил 1 месяц.



Помещение, получившегося полуподвала



Обварка узлов примыкания

Далее на строительную площадку были завезены б/у железобетонные плиты.

Помещение получившегося полуподвала

Рекомендации

Железобетонные конструкции очень долговечны, поэтому их повторное использование является безопасным, экологичным и рациональным решением (при условии проведения необходимого осмотра и экспертизы этих материалов).

Заключение

1. В статье рассмотрена технология применения грунтоцементных свай
2. Было рассмотрено, что строительство с применением б/у железобетонных конструкций экономически выгоднее, чем строительство с применением новых конструкций.
3. Так же выявлено, что стоимость строительства была снижена за счет совмещения земляных работ и геологических изысканий при разработке грунта под фундамент здания.

Список литературы

1. А.Б. Пономарев, С.В. Калошина, С.И. Старцева, М.А. Безгодов. Строительство на урбанизированных территориях ., 2012
2. Рациональное строительство фундаментов в сложных гидрогеологических условиях на подтопленных территориях с использованием б/у железобетонных конструкций. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=pO3xaVHZ_Kg
3. СН 547-82. Инструкция по определению эксплуатационных затрат при оценке проектных решений жилых и общественных зданий / Госгражданстрой. М.: Стройиздат, 1983.
4. Шмелев Г.Д. Ретроспективное прогнозирование технического состояния строительных конструкций / Г.Д. Шмелев, Н.В. Головина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2017. – №3. – С.93-108
5. Золотухин С.Н., Лобосок А.С. Повторное использование – одно из направлений решения экологической проблемы при производстве изделий и конструкций из бетона / Золотухин С.Н., Лобосок А.С. // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. -2017. – №3. – С.93-108
6. Шмелёв Г.Д. Экспертный метод прогнозирования остаточного срока службы строительных конструкций по их физическому износу // Строительство и реконструкция. 2014. №3 (53). С.31-39

RATIONAL CONSTRUCTION OF FOUNDATIONS IN DIFFICULT HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS IN FLOODED TERRITORIES USING B/REINFORCED CONCRETE DESIGNS

Chigarev A.G.¹, Harin A.A.², Gordeichenko V.S.², Latynin E.A.²

Voronezh state technical University, associate Professor, DEP.

Skoit them.Prof. Borisova Yu. M., Voronezh, Russia

Voronezh state technical University, undergraduate group M181, Voronezh, Russia

Annotation. This article discusses the problem of environmental, economical and rational use in the construction of used concrete structures. It is based on the example of design and construction of a residential house. The article briefly describes the design and technology of the device of retaining walls and foundations of the re-used reinforced concrete slabs, which allowed to reduce considerably the cost of 1 sq m of housing and to increase the useful area of the building without significantly increased costs of the project.

Keywords: used reinforced concrete structures, soil cement piles, economic benefit

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДОНООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ ПОД ЗАСТРОЙКУ

А.К. Юрков, И.А. Козлова, С.В. Бирюлин,

ikozlova75@mail.ru, akuyrkov@mail.ru, serrega2009@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Российская Федерация

Аннотация. Приведены сравнительные характеристики применяемых методов оценки радоноопасности зданий и территорий. Подробно рассмотрены метод «экрана» и метод «накопительной камеры с разреженной атмосферой». Показаны их преимущества по сравнению с используемыми в настоящее время методами оценки радоноопасности зданий и территорий.

Ключевые слова: радон, радоноопасность, диффузия, адвекция, «экран», накопительная камера, разряжение

Радон в жилых помещениях является актуальной проблемой для жителей России, так как более 10% населения имеют в своих домах объемную активность радона (ОАР) выше 100 Бк/м^3 [1]. Эта величина соответствует эффективной дозе примерно $2,5 \text{ мЗв/год}$, что является значимой величиной при расчетах и оценке радиационного риска. Таким образом, при проектировании и строительстве зданий учет радоноопасности территории и возводимого здания, которые определяются радоновым потенциалом территории и антропогенными факторами соответственно по-прежнему является актуальным. Простота и быстрота определения плотности потока радона (ППР) пассивными углесорбирующими камерами и включение его в перечень официально используемых методов оценки радоноопасности определили его широкое использование, несмотря на ряд существенных недостатков [1]. Понятно, что плотность потока с поверхности грунта в конечном счете определяет величину объемной активности радона в строящемся объекте. Так как в этом случае учитывается и содержание материнских изотопов радона, и диффузионные характеристики горных пород, слагающих верхнюю часть геологического разреза. Но реальные определения плотности потока радона показывают очень большую ошибку (сотни процентов) даже на небольших площадках с выдержанным геологическим строением. Проведенные сравнительные измерения на полигоне Института геофизики УрО РАН показали, что определение плотности потока методом пассивных камер дало разброс по территории площадки 10×10 метров от 60 до 170 мБк/м^3 , разница почти в 3 раза. Величина объемной активности на глубине $0,5$ метра, в пределах этой же площадки, изменялась от 37 кБк/м^3 до 41 кБк/м^3 . Изменение объемной активности радона лежит в пределах 10 %, т.е. величина ОАР является более стабильной. Как мы видим, метод пассивных камер обладает очень большой погрешностью. Кратко коснемся других существующих методов определения радоноопасности территорий. Самым надежным и дешевым методом определения радоноопасности является метод аналогий. При наличии на застраиваемой территории уже имеющихся зданий и сооружений с известными значениями ОАР в воздухе помещений и идентичным геологическим строением перенос величины объемной активности, измеренной в эксплуатируемых объектах на другие сооружения, даст наиболее объективную оценку. Но данный метод не применим при застройке новых площадей.

Следующим методом, который также используется для определения радоноопасности, является определение содержания радия в керне инженерных скважин, пробуренных при строительстве. В этом случае мы достаточно точно определяем содержание материнских изотопов, формирующих поток радона, но в тоже время здесь не учитываются диффузионные характеристики грунта, существенно влияющих на величину плотности потока и не известна величина коэффициента эманирования горных пород. Достаточно широко используемое в России и за рубежом определение радоноопасности по величине градиента ОАР в верхней части геологического разреза, обладает теми же недостатками, что и рассмотренный выше метод.

Как известно, оценка потока эманации в открытых шпурах, кроме других недостатков, связана с большими погрешностями, за счет измерения градиента малых концентраций, отнесенный к небольшой базе. Один из возможных путей преодоления указанных трудностей - искусственное создание эманационной «ловушки», то есть перекрытие части дневной поверхности непроницаемым для радона экраном. В Институте геофизики УрО РАН был разработан «метод экрана» [4]. Суть которого заключается в создании непроницаемой границы земля-воздух и измерение кривой накопления радона под центром экрана. В методе учитываются содержание материнского изотопа, коэффициент эманирования и диффузионные характеристики верхней части земной коры.

В однородной пористой среде распределение концентрации радона описывается уравнением диффузии частиц с ограниченным временем жизни [2]

$$\Delta C - \frac{\eta}{\tau D} C = -\frac{Q}{D} + \frac{\eta}{D} \frac{\partial C}{\partial t}, (1)$$

где Δ – оператор Лапласа, t - время, C - концентрация, отнесенная к единице объема пор, η - пористость почвы, τ - среднее время жизни распадающихся атомов (для радона = 5.52 суток), D – коэффициент диффузии, Q скорость образования эманации в единице объема среды.

Допустим, что на всей дневной поверхности однородного эманлирующего пласта достаточно большой мощности, концентрация равна нулю. Совместим эту поверхность с координатной плоскостью xy , а ось z - с осью глубин. Из уравнения (1) следует, что при $t \gg \tau$ одномерное распределение установившейся концентрации с глубиной имеет вид [3]

$$C_1(z) = C_0 \left(1 - \exp\left(-\frac{z}{l}\right) \right), (2)$$

где $C_0 = Q \tau / \eta$ невозмущенная концентрация эманации на глубине $z \gg l$ от поверхности пласта. Далее эту величину будем называть концентрацией насыщения пласта C_0 . Заметим, что только диффузионная длина l определяет (по порядку величины) глубину влияния поверхностного граничного условия на распределение установившейся концентрации радона.

Выразив коэффициент диффузии через диффузионную длину, формула для потока будет иметь следующий вид:

$$q(0) = D \frac{C_0}{l} = \frac{D \tau}{\eta} \cdot \frac{\eta C_0}{l \tau} = \eta C_0 \frac{l}{\tau}, (3)$$

Здесь ηC_0 имеет смысл объемной концентрации насыщения пласта, а (время жизни радона) - известный параметр. И для того, чтобы определение потока эманации стало возможным "in situ", необходимо так организовать методику измерений, чтобы найти величину C_0 и диффузионную длину l .

Применим способ искусственного экранирования, что равносильно изменению граничных условий на поверхности пласта.

Пусть поверхностный экран конечных размеров имеет форму круга радиуса a . Если начало цилиндрической системы координат (r, z) выбрано в центре экрана, то уравнение диффузии (1) для осесимметричного распределения стационарной концентрации можно представить в виде:

Опуская достаточно сложные выкладки при решении этого уравнения, остановимся на имеющем практический интерес, распределении установившейся концентрации непосредственно под экраном ($z=0; r \leq a$), которое удобно представить в виде интеграла в конечных пределах от ограниченной функции

$$C(r, 0) = C_0 \left(1 - \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} I_0 \left(\frac{r}{l \cos \varphi} \right) \frac{I_0 \left(\frac{a}{l \cos \varphi} \right)}{I_0 \left(\frac{a}{l \cos \varphi} \right)} d\varphi \right), (5)$$

где a – радиус экрана, I_0 – функция Бесселя мнимого аргумента

Решение уравнения (5) для различных диффузионных длин представлено на рисунке 1.

Для подтверждения теоретических расчетов были выполнены экспериментальные исследования, в результате которых была получена экспериментальная кривая изменения ОАР на разных расстояниях от центра экрана. По кривой (рис.1) были определены величины C_0 и l м. Также экспериментально было показано, что величина установившейся концентрации под центром экрана растет с увеличением его размеров и достигает концентрации насыщения C_0 под экраном 3×3 м.

С экспериментальными точками согласуется пунктирная кривая (рис.1), отвечающая диффузионной длине $l \approx 0.65$ м.

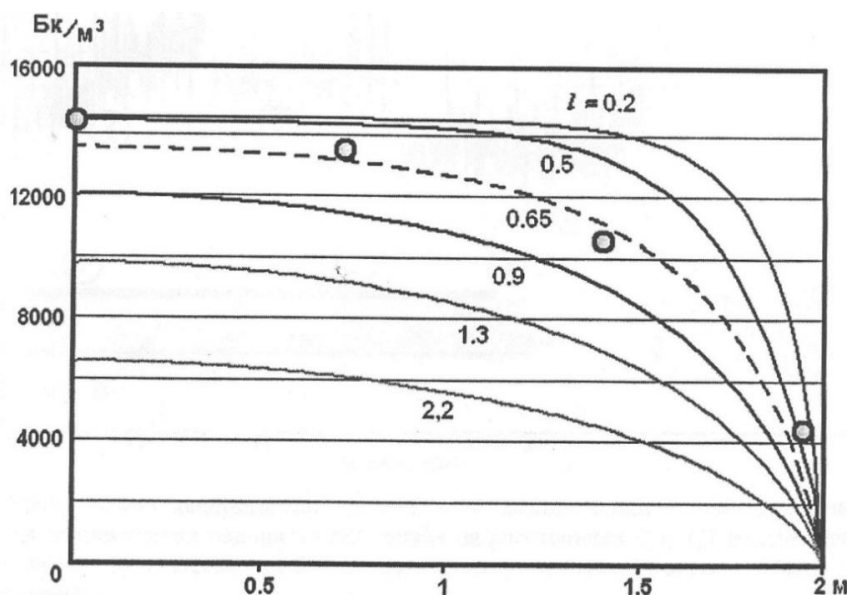


Рис. 1. Поверхностная концентрация радона под круглым непроницаемым экраном на различных расстояниях от его центра. Шифр кривых – диффузионная длина радона в метрах. Точками показаны данные эксперимента [4].

Используя значение измеренной невозмущенной концентрации $C_0 = 14500$ Бк/м³ и рассчитанную диффузионную длину $l = 0.65$ м, можно, (при известной пористости почвы), оценить величину плотности потока радона с данной площадки по формуле (3):

$$q = \frac{\eta C_0 l}{\tau}$$

Пористость рыхлых отложений верхней части земной коры, представленных в основном глинами и суглинками изменяется в диапазоне 10 – 25%.

Следовательно, характерная величина потока радона с поверхности составляет (170-425 Бк/(м² сутки)). С учетом влажности диапазон изменения диффузионной длины рыхлых отложений существенно больше. Это позволяет использовать при расчетах потока радона табличные значения пористости, не увеличивая существенно погрешность расчетов.

Отметим, что суточные вариации малых концентраций радона, измеряемых под открытой поверхностью, достигают 100%. Это связано с влиянием внешних факторов. Применение непроницаемого экрана примерно на порядок увеличивает измеряемую концентрацию, что

снижает величину ее суточных вариаций до 10%. Предложенный метод экрана, несмотря на большое время измерений, позволяет получить надежные значения плотности потока радона в выбранной точке и одновременно оценить диффузионные характеристики грунта.

В газопроницаемой среде помимо диффузии необходимо учитывать перенос радона за счет градиента давления, который описывается законом Дарси [6]. При строительстве здания образуется область разрежения, что приводит к возникновению дополнительного потока радона. Адвективный перенос, связанный с градиентом давления в системе грунт-здание, часто является доминирующим при формировании потока радона.

На сегодняшний день существующие методы измерения плотности потока почвенного радона (ППР), например, комплекс «Камера», работающий по принципу пассивного пробоотбора, проводятся без учета градиента давления. В Институте промэкологии УрО РАН был разработан метод оценки радоноопасности территории, который позволил проводить измерения с учетом двух механизмов переноса радона (диффузионный и адвективный)[5].

Результаты измерений (табл. 1), выполненные с использованием этого метода, демонстрируют необходимость учета адвективного механизма переноса радона при оценке радоноопасности территорий. Так на одной из площадок ППР при активации адвективного поступления превышала ППР, обусловленную диффузией, в 8 раз [5]. Данный метод позволяет проводить оперативную оценку радоноопасности участка под строительство. Накопительная камера большого объема, оснащенная системой воздухообмена, используемая для активации адвективного переноса, может рассматриваться в качестве простой модели здания. В этом случае предложенный метод оценки радоноопасности участка по своей эффективности соответствует измерению ОАР в соседних зданиях[5].

Таким образом метод «экрана» позволяет получить достаточно надежные величины плотности потока радона, учитывающие и содержание материнских изотопов, и коэффициент эманирования и диффузионные характеристики среды. Большое время измерения на точке может быть преодолено установкой одновременно нескольких экранов в разных точках. Метод оценки потенциальной радоноопасности участка, с использованием накопительной камеры с разреженной атмосферой позволяет учесть оба основных механизма переноса радона в системе грунт-здание; обладает достаточной.

Таблица 1.

Измеренные плотности диффузионного и адвективного потока радона в камеру (со стандартной ошибкой)[5].

Площадка	Плотность диффузионного потока радона, мБк/(м ² с)	Плотность адвективного потока радона, мБк/(м ² с Па)
«Н. Салда»	28±2,3	225±4
«Екатеринбург-1»	17±0,7	153±4
«Екатеринбург-2»	<6	78±1

оперативностью при оценке радонового потенциала; позволяет проводить обследование до строительства жилого здания; результаты измерений позволяют прогнозировать ОАР в возведенном здании с учетом его конструктивных характеристик; измеряемой величиной является ОА радона в воздухе камеры, для которой существует система обеспечения единства измерений; измерительное оборудование – радон-монитор, камера, расходомеры и манометры, могут быть метрологически аттестованы. Предложенный метод позволяет проанализировать более полный спектр параметров, напрямую характеризующих радоновый потенциал территории. В сочетании с другими методами, такими как измерение ППР, ОА почвенного радона, удельной активности радия-226 и физических характеристик грунта, может быть построен достаточно надежный прогноз накопления радона в проектируемом здании.

Список литературы

1. Гулябянц Л.А., Заболотский Б.Ю. Плотность потока радона как критерий оценки радоноопасности. // Анри. 2004. №3. С.16-20.
2. Булашевич Ю.П., Хайритдинов Р.К. К теории диффузии эманации в пористых средах. Изв. АН СССР, серия геофиз., 1959. № 12. С.45-49.
3. Булашевич Ю.П. Некоторые нестационарные задачи диффузии частиц с ограниченным временем жизни. В кн. Ядерно-геофизические исследования. Свердловск: УНЦ АН СССР. 1975. С.3 - 15.
4. Уткин В.И., Юрков А.К., Ладовский И.В., Рывкин Д.Г. Экспериментальные и теоретические исследования потока почвенного радона при изменении условий на границе земля-воздух // Геофизический вестник, №7, 2005, С.7–12
5. Ярмошенко И. В., Малиновский Г. П., Васильев А. В., Жуковский М. В. Метод измерения плотности потока радона из грунта, активированного градиентом давления // АНРИ. 2018. №2(93), С. 48-55.
6. Bossew P. Determination of radon prone areas by optimized binary classification. Journal of Environmental Radioactivity № 129, 2014. P. 121-132.

COMPARISON OF METHODS FOR DETERMINING THE RADON HAZARD AREAS UNDER CONSTRUCTION

A.K. Yurkov, I.A. Kozlova, S.V. Biryulin

Ikozlova75@mail.ru, akyurkov@mail.ru, serrega2009@gmail.com

Institute of Geophysics UB of RAS, Yekaterinburg, Russian Federation

Abstract. The comparative characteristics of the methods used to assess the radon hazard of buildings and territories are given. The method of "screen" and the method of "storage chamber with rarefied atmosphere" are considered in detail. Their advantages in comparison with currently used methods of assessing the radon hazard of buildings and territories are shown.

Keywords: radon, radon danger, diffusion, advection, "screen", storage chamber, rarefaction

Научное издание

Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы

Материалы шестой международной научно-практической конференции

г. Севастополь

15-18 сентября 2019 г

Под редакцией:

И.И. Косинова, доктор геолого-минералогических наук, профессор;

Д.В. Панфилов, кандидат технических наук, доцент;

Л.А. Ничкова, кандидат технических наук, доцент;

С.И. Фонова, кандидат географических наук, доцент.

Подписано к печати: 28.05.2019 г.

Формат 60x84/8. объем 28,5 п.л. Бумага офсетная.

Тираж 500 экз. Заказ №

*ООО «Издательство «Научная книга»
394077, Россия, г. Воронеж, ул. 60 Армии, 25-10
<http://www.sbook.ru>*

Отпечатано с готового оригинал-макета
в Отделе оперативной типографии ВГТУ
394006 г. Воронеж, ул 20 лет Октября, 84
Тел 8(473)277-52-28 www.cchgeu.ru

Научное издание

Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы

Материалы шестой международной научно-практической конференции

*г. Севастополь
15-18 сентября 2019 г*

Под редакцией:

И.И. Косинова, доктор геолого-минералогических наук, профессор;

Д.В. Панфилов, кандидат технических наук, доцент;

Л.А. Ничкова, кандидат технических наук, доцент;

С.И. Фонова, кандидат географических наук, доцент.

Подписано к печати: 28.05.2019 г.
Формат 60x84/8. объем 34.25 п.л. Бумага офсетная.
Тираж 500 экз. Заказ № 578

Издательство ООО «Цифровая полиграфия»
394036, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, д. 52.
Тел.: (473) 261-03-61, e-mail: zakaz@print36.ru
<http://www.print36.ru>

Отпечатано с готового оригинал-макета
в Отделе оперативной типографии ВГТУ
394006 г. Воронеж, ул 20 лет Октября, 84
Тел 8(473)277-52-28 www.cchgeu.ru