

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РФ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Ф. СКОРИНЫ»**



**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГЕОСФЕР КРУПНЫХ
ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ»**

**17-19 ноября 2020 г.
г. Воронеж**



г. Воронеж, 2020 г.

УДК 55;504.5;574

Научные редакторы сборника:

И. И. Косинова, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГБОУ ВО ВГУ;

А. И. Павловский, кандидат географических наук, доцент, УВО ГГУ им. Ф. Скорины;

В. И. Попов, доктор медицинских наук, профессор, ВГМУ им. Н. Н. Бурденко.

Э 40 Международная научно-практическая конференция «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов» (17-19 ноября 2020 г.). – Воронеж. – Воронеж: Издательство «Истоки», 2020. – 273 с.

ISBN 978-5-4473-0289-4

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов», проходившей на площадке Воронежского государственного университета 17-19 ноября 2020 г. Включенные в сборник материалы отражают теоретические аспекты, практический опыт, современные тенденции, инновационные разработки в области исследований уровней преобразования экологических функций литосферы при горнодобывающей и перерабатывающей деятельности, обсуждены вопросы профильного экологического образования. Соучредителями настоящей конференции стал ведущий вуз Республики Беларусь – Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины. Материалы сборника включают результаты исследований ученых и практиков широкого круга регионов России, стран ближнего зарубежья. 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 горнодобывающей деятельности, инженерно-экологических изысканий.

Материалы конференции изданы при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

© Воронежский государственный университет, 2020

© Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, 2020

ISBN 978-5-4473-0289-4

© Издательство «ИСТОКИ», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА 1

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГЕОСФЕР ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ: ИСТОЧНИКИ, НАПРАВЛЕНИЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНОК

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ АБИОТИЧЕСКИХ СФЕР ЗЕМЛИ КАК ВАЖНЕЙШИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКОТОПА ЭКОСИСТЕМ – ОБЪЕКТА ГЕОЭКОЛОГИИ	
Трофимов В.Т., Харькина М.А.	6
ОБЩЕЕ ЭКОЛОГО – БИОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ КМА	
Анциферова Г.А., Хотак М.Ю., Кульнев В.В., Русова Н.И.	10
УРАН: ИСТОРИЯ ДОБЫЧИ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГЕОСФЕРЫ	
Воробьев А.Е., Орынгожин Е.Е., Метакса Г.П., Жангалиева М., Утешев И.Ж.	15
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗВИТИЯ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ	
Дешина М. Е.	18
ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК	
Жаравин Н.А., Никифоров А.И.	24
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛИТОСФЕРЫ.ОТЛОЖЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СИЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	
Жигалин А.Д., Трофимов В.Т., Харькина М.А., Архипова Е.В., Лавров В.С., ...	28
ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИОННОГО ФОНА И ФАКТОРЫ ЕГО ТРАНСФОРМАЦИИ В НЕКОТОРЫХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ ЧЕРНОЗЕМЬЯ	
Ильяш В.В., Ильяш Д.В.	34
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГО– ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ЧАСТИ ЛИТОСФЕРЫ ГУБКИНСКО– СТАРООСКОЛЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА	
Косинова И.И., Попов В.И.	38
ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ГОРНО – ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССИИ	
Красовская И.А., Галкина А.Н., Павловский А.И.	42
МЕТЕОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОНЧЕГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА	
Кульнев В.В., Кизеев А.Н., Кульнева Е.М.	47
ИСТОЩЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В РОССИИ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НЕДРАХ.	
Магидов С.Х.	52
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ГУБКИНСКО – СТАРООСКОЛЬСКОГО РАЙОНА КМА.	58
Мальцева Л.С., Косинова И.И., Попов В.И.	58
ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛИТОСФЕРЫ – МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЛЯ – В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО – ЧЕРНОЗЕМНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГИОНА	
Надежка Л.И., Сафронич И.Н., Семенов А.Е., Силкин К.Ю., Сизаск И.А., ...	63
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. ПАВЛОВСКА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ	
Прожорина Т.И., Куролап С.А.	67

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВЫХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ КАРЫМШИНСКОЙ ПЛОЩАДИ (УСТЬ – БОЛЬШЕРЕЦКИЙ И ЕЛИЗОВСКИЙ РАЙОНЫ, КАМЧАТСКИЙ КРАЙ)

Решетников М.М.	72
ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГЕОСФЕР В РАЙОНАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
Санакулов К.С., Воробьев А.Е.	75
ФОНОВОЕ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ – НОВЫЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О СВОЙСТВАХ ЛИТОСФЕРЫ И ТРАНСФОРМАЦИИ ЕЁ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ	
Сафронич И.Н.	77
РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В СТАБИЛИЗАЦИИ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
Сомов В.В. , Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю. , Кукушкин С.Ю.	85
БИОТЕСТИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ГРУНТОВ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГО– ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ЧАЯНДИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСТАНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЯКУТИЯ)	
Харькина М.А. , Туляков Е.Д.	89
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ЛАНДШАФТНО – ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЙМЫ НИЖНЕГО ИРТЫША	
Хуланхов О.О. , С.Э. Болотов С.Э.	93
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТВАЛОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ	
И.С. Ющенко, ...	97

ГЛАВА 2

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ТЕХНОГЕННЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОТКАЗОВ НА ТРУБОПРОВОДАХ

Адашук А.В.	102
СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ	
Аронов Г.А.	106
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖ	
Белозеров Д.А., Корнев А.В.	110
СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ	
Гуман О.М.1.guman2007@mail.ru, Вегнер– Козлова Е. О.	115
ДИСТАНЦИОННЫЕ ФИТОИНДИКАТОРЫ СОВРЕМЕННЫХ ЛАНДШАФТНО– ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ (ГЕОСИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ)	
Гусев А.П.	120
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ ГЕОИНФОРМАТИКИ	
Дорошенко В.В.	123

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ, РАЗВИТИЕ И
 ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПРИРОДНОГО КАРКАСА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА
 ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА)

Жигулина Е.В., Епринцев С.А., Шекоян С.В.	128
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОНЕЦКОЙ И РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ, СВЯЗАННЫЕ С РАЗРАБОТКОЙ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ЗАКРЫТИЕМ ШАХТ	
Колчанова Д.С.	138
ЭКОЛОГО– ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В БЛИЗИ ПОЛИГОНА ТКО ООО «КАСКАД»	
Копытин С.В.	141
НЕОТЕКТЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ КАК СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БОРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	
Косинова И.И., Силкин К.Ю., Лепендин Д.Г.	145
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ В СЛУЧАЕ АВАРИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «АПАТИТ» (НА ПРИМЕРЕ КИРОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ, МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	
Костяева А. К.	148
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗОНАХ РАЗЛОМОВ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ	
Кузьмин Д. К.	158
СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА РАЗЛОМОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГО– ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА	
Кузьмин Ю. О.	162
ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
Ларионова Н.А.	168
ТЕХНОГЕННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ ПРИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Ляпин Р.А., Косинова И.И.	173
ФАКТОРЫ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗОЛОТОДОБЫЧИ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПО ЕГО МИНИМИЗАЦИИ	
Никифоров А.И., Нечепуренко А.И.	176
НАНОРАЗМЕРНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ВЗВЕСИ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ, КАК ФАКТОР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА	
Пивень П.В., Кудыш В.Е.	181
ЭКОЛОГО– ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕОГЕН– ЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО– ЗАПАДА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ	
Плотников Д.В., Плотников И.В., Кульнева Е.М. 1, Кульнев В.В.	183

ГЛАВА 3 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ЗАЧЕМ НАМ ИЗУЧАТЬ ЭКОЛОГИЮ: ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ СО
 СТУДЕНТАМИ НЕБИОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Завидовская Т.С.	186
РОЛЬ И МЕСТО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВОЕННОМ ВУЗЕ	
Кочетова Ж.Ю.	189
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ УЧАЩИХСЯ СЕЛЬСКИХ ШКОЛ В ОБУЧЕНИИ ГЕОГРАФИИ	
Томаш М.С.	192

ПОДГОТОВКА БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ГЕОГРАФИИ К ФОРМИРОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	
Чубаро С.В.	197

ГЛАВА 4

СИСТЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В СВЯЗИ С ТЕХНОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ	
Агаева Л.А, Байрамова И.А, Ходжаева А., ...	202
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ	
Гоппен Т.С., ...	206
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА (НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА)	
Д.А. Дмитриев, А.Д. Савко.	210
ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПОСТОРЕНИИ ЭКОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЛИТОСФЕРЫ	
Короб В.Н.	214
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗ	
Кульнев В.В. , Насонов А.Н., Цветков И.В.	219
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В УЛАГАНСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ (РОССИЯ)	
Легачева Н.М., Гладких Д.А.	223
ВЛИЯНИЕ МОРСКИХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИИ НА ЭКОСИСТЕМУ АРКТИКИ (СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН)	
Ляшенко Н.В.	226
КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА РАЙОНОВ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ	
Павловский А.И., Косинова И.И., Шершнев О.В., Галкин А.Н., Андрушко С.В.	230
ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРОН-КОНЬЯКСКОГОВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА В КАНТЕМИРОВСКОМ РАЙОНЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ	
Пономарева Н.О., Белозеров Д.А.	235
ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЕЙСМОАКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА КОМПЛЕКСОМ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЙ И ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	
Ребецкий Ю.Л., Артиков Т.У. , Ибрагимова Т.Л. , Ибрагимов Р.С. , Мирзаев М.А., ...	239
ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЙ АГРАРНОГО КОМПЛЕКСА, КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	
Сысоева Е.Д., Курышев А.А.	245
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗЕРВОВ АБОРИГЕННОЙ ФЛОРЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
О РОЛИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА СОКОЛЬСКО-СИТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ.	253
Ткаченко Н.Н, Бударина В.А.	253
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ	
Фонова О.Г., Базарский О.В., Долбилова С.В.	255

ПРОМЗОНА МИХАЙЛОВСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ РЕФУГИУМ ДЛЯ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ	
Чернышев А.А., Казаков С.Г.	262
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ХУТОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ)	
Шишкова И.И.	266

ГЛАВА 1

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГЕОСФЕР ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ: ИСТОЧНИКИ, НАПРАВЛЕНИЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНОК

УДК 504; 504.75; 502.1; 371.0.33

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ АБИОТИЧЕСКИХ СФЕР ЗЕМЛИ КАК ВАЖНЕЙШИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКОТОПА ЭКОСИСТЕМ – ОБЪЕКТА ГЕОЭКОЛОГИИ**

Трофимов В.Т., Харькина М.А

e-mail: trofimov@rector.msu.ru, kharkina@mail.ru

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический
факультет, Москва, РФ*

Аннотация: Изложено содержание понятия «экологические функции абиотических сфер Земли» как теоретического базиса геоэкологии. Дана информация об объекте и предмете геоэкологии как науки. Описаны три основных временных этапа формирования экологических функций геосферных оболочек Земли.

Ключевые слова: Ресурсная экологическая функция, геодинамическая экологическая функция, геохимическая экологическая функция, геофизическая экологическая функция.

**ECOLOGICAL FUNCTIONS OF THE ABIOTIC SPHERES OF THE EARTH AS THE
MOST IMPORTANT CHARACTERISTICS OF THE ECOTOPE OF ECOSYSTEMS – THE
OBJECT OF GEOECOLOGY**

Trofimov V., Kharkina M.

e-mail: trofimov@rector.msu.ru, kharkina@mail.ru

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, Russia

Annotation: The content of the concept "ecological functions of the abiotic spheres of the Earth" as a theoretical basis of geocology is presented. Information about the object and subject of geocology as a science is given. Three main temporal stages of the formation of the ecological functions of the geosphere of the Earth are described.

Keywords: Resource ecological function, geodynamic ecological function, geochemical ecological function, geophysical ecological function.

Представления о взаимодействии абиотических сфер Земли и живого возникли в прошлом веке. В 1930-е гг. геохимик В.И. Вернадский, изучив роль живой материи на всем протяжении ее эволюции, пришел к выводу о неразрывной связи живых и неживых систем, он понял, что в истории Земли происходил непрерывный процесс планетарной интеграции живой и неживой материи. С точки зрения В.И.Вернадского на Земле «...между ее косной частью и живыми веществами, ее населяющими, идет непрерывный материальный и энергетический обмен, выражающийся в движении атомов, вызванном живым веществом [4]. В.И.Вернадским были выделены биогеохимические функции живого вещества, причем он рассматривал взаимодействие живого вещества только с литосферой. Развитие учения В.И. Вернадского получило в работах А.И.Перельмана, А.В.Лапо, А.А.Ярошевского, выделивших энергетическую и продукционную функции биосферы. Позже Е.Д. Никитин с соавторами [1] распространили идеи В.И.Вернадского на все абиотические сферы и выделили ведущие функции основных составляющих сопряженных приповерхностных оболочек (атмо – , гидро – , лито – и педосферы).

В.Т. Трофимовым и В.В. Куриленко [3] были выделены четыре экологических функции абиотических сфер Земли (ресурсная, геодинамическая, геохимическая и геофизическая) и было предложено использовать представления об этих функциях как фундаментальные категории при разработке теоретических основ геоэкологии. Эти экологические функции в полной мере энергетически обеспечивают существование биоты на Земле, определяют ресурсы для расселения и осуществления хозяйственной деятельности человека во всех абиотических сферах, способствуют сохранению устойчивой, безопасной и комфортной обстановки для существования всего живого в пределах соответствующих геосферных оболочек Земли. При реализации такого подхода геоэкология – междисциплинарная наука, изучающая экологические функции абиотических сфер Земли, закономерности их формирования и пространственно–временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнью и деятельностью биоты, и прежде всего человека [2].

Содержании понятия «экологические функции абиотических сфер Земли». Под этим словосочетанием предложено понимать все многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение этих геосфер, включая их состав, объём, динамику функционирования, геохимические и геофизические поля в жизнеобеспечении биоты, в том числе человеческого сообщества.

Ресурсная экологическая функция абиотических сфер Земли определяет роль минеральных, органоминеральных и органических твёрдых, жидких и газообразных ресурсов литосферы, атмосферы, педосферы и поверхностной гидросферы, а также литосферного, атмосферного и гидросферного пространства для жизни и развития биоты в качестве как биогеоценоза, так и социальной структуры. Геохимическая экологическая функция абиотических сфер Земли определяет свойства геохимических полей и аномалий литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы природного и техногенного происхождения влиять на условия жизни и состояние биоты в целом, включая здоровье человека. Геофизическая экологическая функция абиотических сфер Земли отражает свойства геофизических полей (температурного, барического, магнитного, радиационного, электрического) литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы природного и техногенного происхождения влиять на условия жизни биоты в целом, включая здоровье человека. Геодинамическая экологическая функция абиотических сфер Земли отражает способность литосферы, педосферы, атмосферы и поверхностной гидросферы влиять на условия жизни биоты, её состояние, безопасность и комфортность проживания человека через катастрофические опасные, неблагоприятные и благоприятные природные и антропогенные процессы и явления.

Экологические функции литосферы оценивают массивы горных пород, геологическое пространство с подземными водами, нефтью и газами как среду обитания биоты, протекание эндогенных (землетрясения, вулканизм) и экзогенных (сели, оползни, обвалы, карстовые провалы и др.) процессов, как угрозу жизни и комфортности проживания; геохимические (литогеохимическое, гидрогеохимическое, газогеохимическое) и геофизические (радиационное, акустическое, температурное и др.) поля и неоднородности как факторы воздействия на Живое [5]. Экологические функции педосферы оценивают почвы как жизненное пространство биоты, источник биогенных элементов; их загрязнение; техногенные и природные процессы, протекающие в почвах (плоскостной смыв, дефляция, опустынивание, засоление), влияющие на плодородие; потоки тепловой и электромагнитной энергии, определяющие процесс фотосинтеза и жизнедеятельность продуцентов, начального звена трофической сети растительного и животного мира. Экологические функции поверхностной гидросферы рассматривают акватории суши и мировой океан как ресурсы необходимые для жизни водных организмов и хозяйственной деятельности социума, анализируют гидрологические процессы (наводнения, волновые движения, цунами и др.), угрожающие жизни или изменяющие комфортность проживания (колебание уровня водоемов, подвижки ледников, дрейф айсбергов и др.); качество поверхностных вод, избыточное тепловое воздействие на материковые воды,

радионуклидное загрязнение морей и океанов и их экологические последствия. Экологические функции атмосферы оценивают газовый состав, прозрачность воздуха для проникновения солнечного тепла, обеспечивающие оптимальные условия для существования и эволюции биосферы; характеризуют процессы, протекающие в атмосфере, в том числе угрожающие жизни (атмосферные вихри, снегопады, град, интенсивные дожди, засухи) или имеющие неблагоприятные последствия (облачность, туман и др.); предоставляют информацию о защитном озоновом слое, эмиссии загрязняющих веществ и примесей, влияющих на здоровье человека; характеризуют температурное, барическое, магнитное и радиационное поля, воздействующие на живые организмы.

Экологические функции абиотических геосфер характеризуют экотоп экосистемы, ее абиотическую часть, включающую климатоп, гидротоп, литотоп и эдафотоп, влияющую на существование и развитие и биогеоценоза и экосистемы, как более широкого понятия.

Ход становления и развития экологических функций абиотических сфер Земли. Первый этап охватывает период от образования планеты Земля до зарождения жизни (около 3,5 млрд. л.н.). На этом этапе происходило слипание и последующий рост твердых холодных частиц, их разогрев до уровня плавления земного вещества базальтового состава и началась дифференциация Земли на ядро и мантию. Экологические функции на планете тогда отсутствовали, не было гидросферы, а атмосфера была представлена разряженными благородными газами. Второй этап охватывает период от зарождения жизни на планете Земля до появления человеческой цивилизации. Появление свободного кислорода и других химических элементов в прото– атмосфере, «первичного бульона» в прото– гидросфере предопределили условия зарождения жизни и способствовали становлению экологических функций планеты. Воздействие ультрафиолетового излучения Солнца на кислород способствовали образованию озона, а также начиная с силурийского периода развитию жизни не только в прото– океане, но и на суше. Возникло биоразнообразие, сформировался биологический круговорот на планете. Эволюционное развитие биосферы Земли привело к возникновению человеческой цивилизации. Третий этап является техногенно– природным, охватывающим временной интервал порядка 200 лет. Влияние антропогенного фактора на биосферу достигает таких масштабов, что приводит к нарушению ее самовосстановления. Ресурсная, геодинамическая, геохимическая и геофизическая экологические функции изменяются под влиянием техногенной нагрузки, нарушаются природные геохимические циклы, геохимические и геофизические поля.

Ресурсная экологическая функция, в первую очередь литосферы, на первых двух природных этапах характеризовалась накопительной тенденцией. Это период накопления минеральных полезных ископаемых, а также биогенных элементов и соединений. С третьим техногенно– природным этапом связано коренное изменение сущности развития ресурсной функции. Период накопления многих ресурсов сменился периодом интенсивного и прогрессирующего их потребления, включая и ресурсы невозобновляемые. Сказанное в равной мере касается и дефицита ресурса геологического пространства, необходимого для расселения биоты и человека, подземного и подводного захоронения отходов.

Современные характеристики геодинамической экологической функции сложились в более короткое геологическое время по сравнению с ресурсной, их формирование в современном виде началось с альпийского орогенеза. Именно с этого времени оформился современный рельеф планеты, а в голоцене сформировались и основные черты её ландшафтно– климатической зональности. Она обусловлена воздействием геологических и других природных процессов, угрожающих жизни (падение метеоритов, извержения вулканов, землетрясения, наводнения, атмосферные вихри, ураганы, смерчи, снежные лавины, обвалы и др.) или снижающих комфортность существования (заболачивание, суффозия, эрозия, пучение, наледообразование и др.)

На третьем этапе развития техногенез не только вызывает к жизни новые негативные процессы или активизирует природные, но в ряде случаев позволяет снижать их активность (например, регулирование паводковых наводнений за счет создания водохранилищ, или локализация селей за счет строительства защитных сооружений, или стабилизация оползней

за счет проведения оползнезащитных мероприятий). Последнее можно рассматривать как отличительную характеристику геодинамической функции, позволяющую управлять экзогенными геологическими и гидрометеорологическими процессами с помощью мер инженерной защиты.

Геофизическая и геохимическая экологические функции абиотических сфер имеют длительную историю формирования. Природные этапы их становления охватывают весь период развития Земли до начала техногенеза и являются временем формирования подавляющей части природных геохимии и геофизических полей и их аномалий, включая геопатогенные. Динамика и масштабы этого процесса тесно связаны с этапами эволюции Земли и определялись только природными факторами.

На третьем техногенно– природном этапе развития эти функции во многих районах получили чёткую техногенную трансформацию. На локальных участках последствия техногенеза являются ведущими при оценке современного состояния экосистем. На урбанизированных территориях, в промышленных и горнодобывающих районах, в зонах интенсивного земледелия именно они стали во многом определять комфортность существования, а часто и медико– санитарные условия жизни человека. Такое качество рассматриваемые функции приобрели только в эпоху техногенеза, когда стали формироваться техногенные геохимические и физические аномалии. По площади распространения и глубине воздействия на биоту, включая человека, они значительно опаснее многих природных аномалий. Наглядным примером является так называемый «Чернобыльский след», охвативший часть территории трех государств – России, Украины и Белоруссии.

Таким образом, на основе представлений об экологических функциях абиотических сфер Земли сформулировано принципиально новое определение понятия «геоэкология». Объектом геоэкологии следует признать экосистемы, включающие абиотическую (экотоп) и биотическую (биоценоз) компоненты, а предметом – знания их особенностей и взаимодействия экологических функций геосфер Земли с живыми организмами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин Е.Д., Скворцова Е.Б., Кочергин А.Н., Никитина О.Г., Иванов О.П., Сабодина Е.П., Воронцова Е.М. О развитии учения об экологических функциях почвенного покрова и других геосфер // Почвоведение. 2010. № 7. С. 771 – 778.
2. Трофимов В.Т. Теоретические аспекты геоэкологии. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2020. 148 с.
3. 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, № 2. С. 93– 102.
4. Учение о биосфере: Учебно– методическое пособие к практическим занятиям / Составители Ю.А. Мандра, Т.А. Кознеделева, Т.Г. Зеленская, Р.С. Еременко, Н.Н. Васильева. Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2015. 116 с.
5. Экологические функции абиотических сфер Земли: монография. / Под ред. В.Т.Трофимова. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2018. 608 с

**ОБЩЕЕ ЭКОЛОГО – БИОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
В ПРЕДЕЛАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ КМА**

Анциферова Г.А.¹, Хотак М.Ю.¹, Кульнев В.В.², Русова Н.И.³

*¹Воронежский государственный университет,
г. Воронеж, Российская Федерация*

*²Центрально– Черноземное межрегиональное управление Федеральной службы по
надзору в сфере природопользования, г. Воронеж, Российская Федерация*

*³Военно– морской политехнический институт ВУНЦ ВМФ “Военно– морская
академия”,
г. Санкт– Петербург, Российская Федерация*

Аннотация: Поверхностные воды выступают как гидрогеохимические неоднородности литосферы. В водных экосистемах депонирующей средой являются донные осадки, которые находятся в прямой взаимосвязи с водной толщей. В 2019– 2020 годах были исследованы искусственные водные объекты Белгородской и Курской областей на основе применения метода биоиндикации по сообществам фитопланктона и микрофитобентоса. В результате получены данные о состоянии экологического качества вод Белгородского водохранилища и ряда рыбохозяйственных прудов. Они подтверждают, что в горнодобывающих районах в пределах антропогенно– нагруженных территорий, как и повсеместно, в современных условиях глобальных климатических изменений, происходит ухудшение эколого– биологического качества вод, в том числе за счет приобретения ими токсических свойств вследствие распространения цианотоксинов.

Ключевые слова: Биоиндикация, водохранилище, микроводоросли, пруд, фитопланктон, цианобактерии, эколого– биологическое качество.

**GENERAL ECOLOGICA– BIOLOGICAL QUALITY OF SURFACE WATER
IN MINING AREAS KMA**

G.A. Antsiferova¹, M.Y. Chotaki¹, V.V. Kulnev², N.I. Rusova³

¹Voronezh State University, Voronezh, Russia Federation

*²Central Black Earth Interregional Department of the Federal Service for Supervision of
Natural Resources Management, Voronezh, Russian Federation*

*³Naval Polytechnic Institute VUNTs of the Navy “Naval Academy”, St.– Petersburg, Russia
Federation*

Abstract: Surface waters act as hydrogeochemical heterogeneity of lithosphere. In aquatic ecosystems, the deposition medium is bottom sediments, which are in direct correlation with the water column. In 2019– 2020, artificial water bodies of the Belgorod and Kursk regions were studied using bioindication by phytoplankton and microphytobenthos communities. As a result, data on the state of ecological quality of waters in the Belgorod water reservoir and a number of fish ponds were obtained. They confirm that in mining areas within the anthropogenic loaded territories, as well as everywhere in the modern conditions of global climate change, deterioration of ecological and biological quality of water, including through the acquisition of toxic properties due to the spread of cyanotoxins.

Keywords: Bioindication, reservoir, microalgae, pond, phytoplankton, cyanobacteria, ecological and biological quality.

Качество поверхностных вод в полной мере отражает экологическое состояние геосистемы “водоем – водосборная площадь”. Водные экосистемы чутко реагируют на изменения, происходящие в компонентах окружающей природной среды, в том числе и в

геологической среде, например в геосистеме “поверхностные воды – подземные воды”. Рассматривая поверхностные воды в рамках гидрогеохимических неоднородностей литосферы, следует обратить внимание, что хотя депонирующей средой в водных экосистемах являются донные осадки, они взаимосвязаны с водной толщей и неотделимы от нее.

Формирование качества поверхностных вод Белгородской и Курской областей, которые являются антропогенно– нагруженной территорией горнодобывающих районов Курской Магнитной Аномалии, имеет общую тенденцию к его ухудшению. Данный процесс проявляется в водных экосистемах лесостепной зоны как результат долгосрочных последствий влияния экстремально высоких летних температур воздуха и вод в период 2010– 2012 годов [1, 3, 5]. Нами в 2019 и 2020 годах были исследованы искусственные водные объекты Белгородской и Курской областей. Это Белгородское водохранилище и водохранилище Бехтеевка, а также ряд небольших рыбохозяйственных прудов. Для определения эколого– биологического качества вод был использован метод биоиндикации по сообществам фитопланктона и микрофитобентоса.

Белгородское водохранилище.

Эколого– биологическое состояние Белгородского водохранилища, расположенного на хорошо освоенной и урбанизированной территории вблизи крупного областного центра г. Белгорода, определено по сообществам фитопланктона и микрофитобентоса. Анализ таксономического состава сообществ микроводорослей и цианобактерий показывает высокую степень загрязнения водоема, что проявляется в “цветении” вод.

Виды “цветения” водпредставляют *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. и его формы, и вид *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom., которые развиваются с оценками обилия “часто”, “очень часто” и “в массе”. Такие альфамезосапробные и полисапробные виды загрязненных местообитаний как *Ostillatoria lautenbornii* Schmidle, *Ostillatoria granulate* Kütz. и *Ostillatoria putrida* Schmidle и с оценками обилия “нередко”– “часто” и “очень часто”. Наряду с перечисленными, в составе видов, выделяющих цианотоксины, отмечаются *Anabaena constricta* Geitl., *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb., *Anabaena variabilis* Kütz., *Coelosphaerium kützianum* Näg., *Merismopediatenuissima* Lemm., *Lyngbya aestuarii* (Mert.) Liebm., *Ostillatoria subtilissima* Kütz. Развитие данных видов свидетельствует о загрязнении экосистемы, а также о формировании токсичных свойств водной среды.

Сложилась достаточно сложная экологическая ситуация относительно качества водной среды. Полученные для водоема значения сапробного индекса Пантле– Букка в модификации В. Сладечека располагаются в градации 1,51– 2,50, то есть показывают, что воды относятся к III классу “Умеренно загрязненные”. На этом фоне выделяется качество вод на двух участках акватории, где значения индексов сапробности располагаются в градации 2,51– 3,50, то есть показывают IV класс качества вод “Загрязненные”. Это левобережье водохранилища, средняя часть его озеровидного расширения, где проба фитопланктона была отобрана на пляже у с. Маслова Пристань Шебекинского муниципального района Белгородской области. Второй загрязненный участок располагается в правобережной части залива, образованного впадением р. Топлинка. Проба фитопланктона взята у с. Пуляевка Белгородского муниципального района Белгородской области.

Средняя численность фитопланктона в водохранилище в сентябре месяце имеет значения в диапазоне 0,71– 1,04 млн кл./л. Показатели средней биомассы составляют от 1,09– 1,91 мг/л до 2,10– 2,55 мг/л. Подобные значения численности и биомассы, класс качества вод показывают, что процессы окисления и минерализации органического вещества в водохранилище осуществляются довольно интенсивно. Это подтверждает и повсеместное распространение таких видов цианобактерий как *Aphanothececlatrata* W. Et G.S. West, *Aphanothece stagnina* (Spreng.) B. – Peters. et Geitl. и *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Laut. Emend. Hollerb. В соответствии с данными показателями, водная экосистема по степени кризисности находится на стадии обратимых изменений.

Эколого– биологическое состояние вод Белгородское водохранилище по качеству вод можно сравнить с Воронежским водохранилищем, акватория которого располагается внутри

антропогенно–нагруженной и урбанизированной территории г. Воронежа. “Цветение” этого водохранилища определяют вид *Microcystisaeruginosa*Kütz. emend. Elenk., а также его формы [2]. В 2018 году на специальной установке, на кафедре органической химии Московского государственного университета под руководством профессора Валерия Самсоновича Петросяна, был проведен анализ вод на содержание микроцистинов, активно выделяющихся видами рода *Microcystis*. Полученные результаты заслуживают быть представленными и в данной публикации, поскольку показывают, насколько содержания микроцистинов превышают допустимые относительно норм ПДК, разработанных и рекомендуемых Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ). По суммарному количеству микроцистинов в водах Воронежского водохранилища, содержание микроцистина–LR соответствует нормативам ВОЗ только в одной пробе из пяти, которая располагается в верховьях водохранилища. При том, что в соответствии с установленными ВОЗ нормативами, уровень содержания микроцистинов (M–LR) для водоемов рекреационной зоны, должен составлять от 1–1,5 до 4 мкг/л. Содержания микроцистинов в той части акватории Воронежского водохранилища, где происходит интенсивное “цветение” вод, достигает от 29 до 88 единиц [4]. Мы считаем, что экологическая ситуация в Белгородском водохранилище весьма близка к той, которая сложилась в Воронежском водохранилище.

Водохранилище Бехтеевка в Белгородской области

В пробах фитопланктона, отобранных в июне 2019 года из водохранилища Бехтеевка, изучены сообщества микроводорослей и цианобактерий. Полученные результаты анализа таксономического и экологического составов водорослей индикаторов качества вод позволили конкретизировать экологическую обстановку в водоеме.

В общем составе сообществ фитопланктона преобладают цианобактерии, и среди них доминируют виды загрязненных местообитаний *Ostillatorialauterborni*Schmidle, *Ostillatoriaguttatavan*Goor, *Ostillatoriagranulate*Kütz., которые достигают оценок обилия “очень часто” и “в массе”, составляя “цветение” вод, а также вид *Phormidiumtenue*(Menegh.) Gom., с оценками обилия от “единично” до “нередко”. Заметного видового разнообразия достигают зеленые и диатомовые водоросли, но они имеют оценки обилия от “единично” до “редко”. Распространены также и эвгленовые водоросли, среди них следует отметить виды загрязненных вод *Euglenapolymorpha* Dang. и пиропитовую водоросль *Cryptomonasovata* Ehr. с оценками обилия от “нередко” до “часто”. В отдельных пробах наблюдаются также желтозеленые и золотистые водоросли (“единично”).

Согласно общегосударственной шкале качества поверхностных вод, значения индекса сапробности в интервале 2,37–2,42 показывают, что воды водохранилища “Бехтеевка” по качеству относятся к классу III – “Умеренно загрязненные”. Таксономический и экологический состав сообщества микроводорослей показывают, что по степени кризисности водная экосистема находится в напряженном состоянии, но на стадии обратимых изменений. Это происходит за счет интенсивной минерализации органического вещества, что подтверждает повсеместное распространение таких видов цианобактерий как *Aphanothece clatrata*W. et G.S. West, *Aphanothecestagnina* (Spreng.)B. – Peters. et Geitl. и *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Laut. Emend. Hollerb.

Пруд Гавриловка в Курской области.

Сообщества микроводорослей и цианобактерий изучены в пробах фитопланктона, отобранных в мае 2020 года из рыбохозяйственного пруда “Гавриловка”.

Среди цианобактерий загрязненных местообитаний с оценкой обилия “в массе”, определяя “цветение” вод, полисапробный вид *Ostillatorialauterborni*Schmidle. Среди других видов цианобактерий, продуцирующих цианотоксины, с оценками обилия «единично» и «редко» повсеместно распространены альфамезосапробные и полисапробные виды *Anabaenaconstricta* (Staf.) Geitl., *Ostillatoriaputrida*Schmidle, *Phormidiumtenue* (Menegh.) Gom.

Диатомовые и зеленые водоросли разнообразны в видовом отношении, но имеют низкие оценки обилия от “единично” до “редко” и “нередко”. Среди диатомовых водорослей наблюдаются виды загрязненных местообитаний, такие как *Stephanodiscushantzschii*Grun.,

Cyclotellameneghiniana Kütz., *Synedratabulata* (Ag.) Kütz., *Navicula hungarica* var. *capitata* Ehr., *Navicula lanceolata* (Ag.) Kütz., *Navicula rhynchocephala* Kütz., *Nitzschia acicularis* W. Sm.

На присутствие органического загрязнения указывает повсеместное распространение среди эвгленовых водорослей *Euglenapolymorpha* Dang. и пирифитовой водоросли *Cryptomonas ovata* Ehr., которые имеют оценки обилия “единично” и “редко”. В отдельных пробах встречены желтозеленые и золотистые водоросли.

Значения индекса сапробности располагаются в пределах 2,10–2,42, то есть воды по качеству относятся к классу III – “Умеренно загрязненные”. Таксономический и экологический состав сообществ микроводорослей и цианобактерий показывают, что по степени кризисности водная экосистема находится в напряженном состоянии, но на стадии обратимых изменений. Этому способствует интенсивная минерализация органического вещества в результате процессов самоочищения вод, что подтверждается и повсеместным распространением таких видов цианобактерий как *Aphanothece clatrata* W. et G.S. West, *Aphanothece stagnina* (Spreng.) B.–Peters. et Geitl. и *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Laut. emend. Hollerb. “Цветение” вод рыбохозяйственного пруда цианобактериями сопровождалось массовой гибелью рыбы.

Пруд Красный Кут Курской области.

Сообщества микроводорослей и цианобактерий изучены в пробах фитопланктона, отобранных в июле и ноябре 2019 года из рыбохозяйственного пруда “Красный Кут”.

“Цветение” вод определяют такие виды высокотоксичных цианобактерий как *Ostillatoria lauterbornii* Schmidle и *Coelosphaerium kützingianum* Näg. Среди других видов цианобактерий, продуцирующих цианотоксины, в составе сообществ с оценками обилия “редко” и “нередко” широко развиты виды загрязненных местообитаний *Anabaena constricta* (Staf.) Geitl., *Ostillatoria granulate* Kütz., *Ostillatoria guttalata* Schmidle, *Ostillatoria putrida* Schmidle, *Ostillatoria granulate* Kütz., *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom. с оценками обилия от “нередко” до “часто”. Повсеместно развиваются виды *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Microcystis pulvereae* (Wood.) Fottier. Hollerb. и его формы *Microcystis pulvereae* f. *holsatica* (Lemm.) Elenk. et f. *hfrasitica* (Kütz.) Elenk. et f. *pulchra* (Lemm.) Elenk.

Значения индекса сапробности располагаются в интервале 1,90 – 2,19, что позволяет определить класс качества вод пруда как III – “Умеренно загрязненные”. Таксономический и экологический состав сообществ микроводорослей показывают, что по степени кризисности водная экосистема находится на стадии обратимых изменений. В пруду происходит интенсивная минерализация органического вещества, что подтверждает повсеместное распространение таких видов цианобактерий как *Aphanothece clatrata* W. et G.S. West, *Aphanothece stagnina* (Spreng.) B.–Peters. et Geitl. и *Rhabdoderma lineare* Schmidle et Laut. Emend. Hollerb. Однако при этом “цветение” рыбохозяйственного водоема цианобактериями имело катастрофические последствия, поскольку токсичность вод вызвала массовую гибель рыбы.

Современные глобальные климатические изменения обострили процессы загрязнения поверхностных вод. Это явилось результатом тех долгосрочных последствий, которые были предопределены природным температурным стрессом 2010 – 2012 годов, который нарушил устойчивость водных экосистем. Изменение температурных параметров способствовало вселению и массовому развитию чуждых для водоемов региона теплолюбивых видов [4]. В результате помимо общего загрязнения вод, сложившегося повсеместно, и особенно в пределах антропогенно – нагруженных и урбанизированных территорий, произошло увеличение органического вещества, поступающего в конце каждого вегетационного сезона в донные осадки.

Загрязнение поверхностных вод региона вызывает их “цветение”. Трудно переоценить чрезвычайно высокий уровень экологической опасности, на которую указывает распространение видов *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom., *Ostillatoria lauterbornii* Schmidle. Данные виды определяют “цветение” вод, и именно они входят в число видов цианобактерий, которые в процессе метаболизма выделяют цианотоксины, опасные для человека и гидробионтов. В условиях “цветения” вод рыбохозяйственных прудов четко проявляются такие негативные последствия, как массовая

гибель рыбы. В проточно – русловых водохранилищах, заложенных в руслах рек и имеющих определенную степень проточности, также наблюдается гибель рыбы. Однако в них рыбы могут находить для обитания участки с более благополучным экологическим состоянием вод, например верховья водохранилищ.

Воды приобретают, по сути, непредсказуемые гидрогеохимические качества, препятствующие их использованию в хозяйственно– промышленных целях. Водоемы теряют свои рекреационные качества. Для рыбохозяйственных прудов актуальным является проблема гибели рыбы в результате приобретения водной средой токсических свойств вследствие распространения цианотоксинов. Так проявляются пути влияния вещества литосферы на биоту и, через трофические связи – на человека. Следует также учитывать существование гидравлической связи между поверхностными и подземными водами, в результате которой происходит загрязнение подземных вод, которые используются для водоснабжения населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферова Г.А., Русова Н.И. Долгосрочные последствия влияния аномально высоких летних температур воздуха 2010 – 2012 годов на водные экосистемы лесостепной зоны. Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология, № 2, Воронеж, 2017. – С. 5– 12.
2. Анциферова Г.А., Кульнев В.В., Шевырев С.Л., Беспалова Е.В., Русова Н.И., Скосарь А.Е. Искусственные водные объекты бассейна реки Воронеж и альгобиотехнология в управлении качеством вод. Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 8. С. 50–54.
3. Анциферова Г.А., Петросян В.С., Акимов Л.М., Галкина Е.С. Прогноз преобразований экологического состояния водных объектов в условиях глобальных климатических изменений. Материалы VIII международной научной конференции «Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях». 22– 25 октября 2019 г. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2019. С. 30– 34.
4. Петросян В.С., Анциферова Г.А., Акимов Л.М., Кульнев В.В., Шевырев С.Л., Акимов Е.Л. Оценка и прогноз эколого – санитарного состояния Воронежского водохранилища на 2018– 2019 гг. Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. № 7. С. 52– 56
5. Шевырев С.Л., Анциферова Г.А., Русова Н.И. Вселение чужеродных видов цианобактерий в водоемы средних широт в условиях высоких летних температурных аномалий воздуха. Успехи современного естествознания. Изд – во Издательский Дом «Академия Естествознания» (Пенза). № 11 – 2, 2018. – С. 407 – 412.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20– 05– 00779.

УДК 662

УРАН: ИСТОРИЯ ДОБЫЧИ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ГЕОСФЕРЫ

Воробьев А.Е. (РУДН, г. Москва, РФ), Орынгожин Е.Е., Метакса Г.П. (ИГД им. Д. Кунаева, г. Алматы, РК), Жангалиева М., Утешев И.Ж. (КазНТУ, г. Алматы, РК)

Аннотация: Представлена история урановых рудников с давних пор. Раскрыты основные аспекты воздействия урановых рудников на геосферы. Показано радиационное воздействие на геосферы.

Ключевые слова: урановые рудники, история, воздействие, геосферы.

URANIUM: MINING HISTORY AND IMPACT ON GEOSPHERES

Vorobyev A. E. (peoples ' friendship University, Moscow, Russia), Origin E. E., P. G. Metaxa (mining Institute im. D. Kunaev street, Almaty, RK), Zhangalieva M. Uteshev, I. J. (KazNTU, Almaty, Kazakhstan)

Summary: The history of uranium mines is presented for a long time. The main aspects of impact of uranium mines on geospheres are disclosed. The radiative effects on geospheres are shown.

Keywords: uranium mines, history, influence, geospheres.

Человечество с давних пор, добывая полиметаллические и золотые руды, а также руды некоторых других металлов, невольно сталкивалось с таким радиоактивным элементом, как уран [1– 6].

Кан – и – Гут или «Рудник Погибели» (рис. 1), где еще до начала нашей эры добывали серебро, сурьму, цинк и свинец, расположенный в Баткенской области Кыргызстана, в 1914 г. исследовала Радиевая экспедиция Академии наук России на радий. Этот природно – техногенный объект обязан своим происхождением рудному карсту и представляет собой сложное переплетение естественного лабиринта и искусственных выработок.

Впервые этот рудник описал Авиценна. Он рекомендовал перед входом прочесть молитву.

Известны и другие аналогичные природно – техногенные горнопромышленные объекты. Так, в 1907 г. предприятие «Ферганское общество для добычи редких металлов» добыло первую урановую руду на руднике Туя – Муюн (рис. 2), который представляет собой лабиринт из естественных карстовых полостей и выработок древних рудокопов, шахт и штреков радиевого рудника. Этот природно – техногенный горнопромышленный объект также расположен в Баткенской области Кыргызстана.

Первый в мире промышленный урановый рудник Шинколобве (где добывался радий, а урановая руда, содержащая до 65% оксида урана, направлялась в отвалы) стал разрабатываться с 1921 г., в провинции Катанга (Конго, Африка). Этот рудник был расположен на высоте 1400 м над уровнем моря, а его глубина доходила до 400 м. В СССР история добычи урановых руд началась в Таджикистане в 1926 г., когда было открыто Табошарское урановое месторождение.

В настоящее время известно около 150 минералов, содержащих уран, большинство из которых относятся к уранильной группе. Минералы уранила слагают следующие промышленные руды: уранофан – бета– цеолиты (месторождения Березовый и Горный, Забайкалье, РФ); ураниловые минералы, связанные с цеолитами (месторождение Северный, северо– восток России, гранит в Болгарии); парсонит (месторождение Ла– Шо, Франция) и уранилфосфаты в аргиллитовом граните (месторождение Дурулгуй, Забайкалье, РФ). Кроме того, в Австралии и Намибии известны крупные месторождения урана, представленного в виде калькретов карнотита и калькретов с другими минералами уранила.

Также к промышленным урановым минералам относят его оксиды (настуран, уранинит, сажистую смолу), титанаты (браннерит и его переходные разновидности), силикаты (коффинит

и силикаты переменного состава) и, реже, фосфаты урана (IV) и молибдаты. Кроме того, урансодержащие минералы могут быть представлены апатитом, оксидами и силикатами Ti, Zr и Th, а также цеолитами.



Рис. 1 – Отвалы и вход в Рудник Погибели



Рис. 2 – Вход в рудник Туя – Муюн

Основным компонентом рудного урана является U^{238} , период полураспада которого (рис. 3) составляет 4,5 млрд. лет.

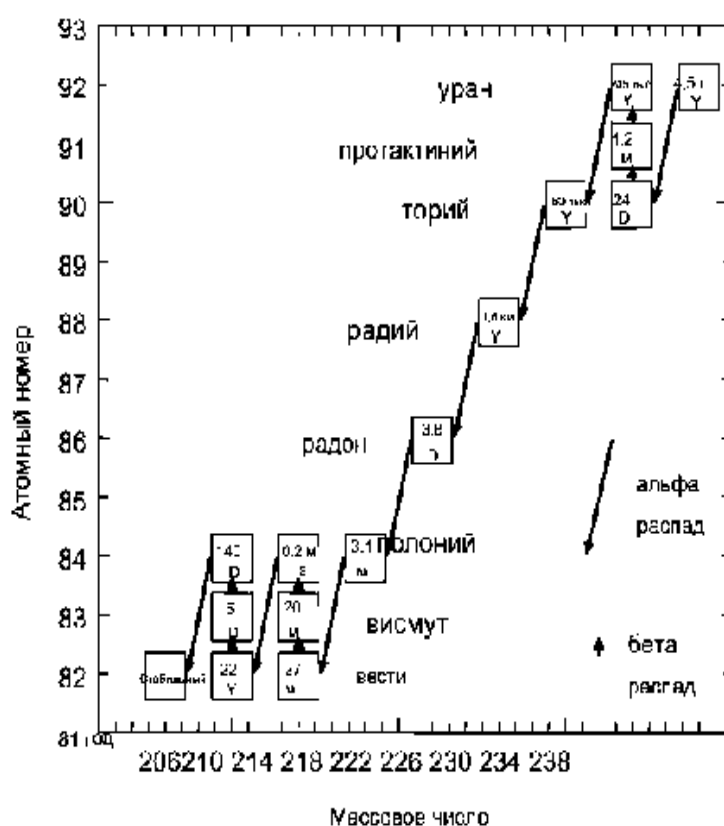


Рис. 3 – Схема распада уранового ряда

Ведущими странами, с наибольшими разведанными запасами урановой руды являются Австралия, Казахстан, Россия (Хиагдинское, Количканское, Источное, Кореткондинское, Намарусское, Добрынское – в республике Бурятия, Аргунское, Жерловое – в Читинской области, где добывается 93 % всего российского урана), Канада, ЮАР, Украина, Узбекистан, США, Бразилия и Намибия.

В настоящее время существует подземная и карьерная разработка урановых месторождений, а также его химическое выщелачивание из руд. Экономически оправданное получение урана определяется объемом руд и его концентрацией (не менее 0,05 %).

Во многих отношениях экологическое влияние уранового рудника на окружающую среду такое же, как и при добыче других металлов: образование открытых выемок – карьеров или подземных выработок – рудников, пыление, складирование горной массы в отвалы и хвостохранилища (которые могут содержать радон, радий, торий, полоний, иногда свинец и мышьяк), возникновение загрязненных стоков.

Для производства примерно 25 тонн уранового топлива для АЭС (среднее количество на 1 год), необходимо извлечь из недр 500000 тонн урановых руд (из которых около 400000 тонн поступит в отвалы горного производства и более 100000 тонн – в хвостохранилища металлургических заводов).

В Казахстане, общая площадь, загрязненная радиоактивными минеральными образованиями от предприятий урановой промышленности, оценивается примерно в 10000 га, с общей активностью 250000 Кюри.

В 1979 г. на урановом комбинате UnitedNuclearCorporation, расположенном в 27 км. к северу от г. Гэллага (штат Нью – Мексико, США) произошла авария на хвостохранилище. В результате прорыва более 1000 тонн твердых радиоактивных отходов гидрометаллургического завода (пульпы обогащения) и 360 тыс. м³ кислых радиоактивных технологических растворов были выброшены в р. Пуэрко. При этом, помимо того, что разлив был радиоактивным (средняя активность альфа – частиц составляла 4,7 кБк/литр) и кислым (рН= 1,2), он еще содержал токсичные металлы и сульфаты.

В водных растворах ионы уранила легко образуют различные комплексы, главным образом, за счет связывания атомов О. Основные из них – уранилкарбонаты, которые достаточно растворимы и подвижны. В сульфатсодержащих водах с низким рН наблюдаются уранил –сульфатные комплексы. Минералы сульфата уранила (около 20 известных видов) образуются только там, где имеется возможность окисления сульфидов.

Бактерии могут изменять окислительно – восстановительное состояние урана путем восстановления, приводя к образованию нерастворимого U (IV), или окислением до U (VI) и последующей солюбилизацией металла.

Кроме того, из – за α – излучения урана и его побочных продуктов минеральная матрица руд и вмещающих пород постепенно разрушается. Тот факт, что породы отвалов и хвостохранилищ теперь находятся в контакте с воздухом и осадками, также изменяет химические реакции на их поверхности и способствует растворению некоторых радиоактивных тяжелых металлов, содержащихся в горных породах.

При этом существует радиационное облучение и выброс радона, т.к. даже пустые породы, размещенные в отвалах, содержат довольно высокий уровень урана, находящегося в равновесии с продуктами его распада(включая радий Ra^{226}).Так, около 80% начальной радиоактивности урановой руды остается в песках хвостохранилища. Ra^{226} непрерывно распадается и производит радиоактивный газ, называемый радоном (Rn^{222}). Именно, радиоактивным воздействием на геосферы отличаются урановые рудники от других горных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев А.Е., Чекушин А.В. Радиационная безопасность урановорудных горнопромышленных районов // Горный вестник, №2, 1998. – С. 61– 65.
2. Воробьев А.Е., Чекушина Е.В., Дребенштедт К., Чекушина Т.В., Щелкин А.А. Геохимия техногенеза отвалов урановых рудников как основа эффективной рекультивации и утилизации заскладированной горной массы. М. РУДН. 2010. 190 с.
3. Воробьев А.Е., Чекушина Е.В., Синченко А.В., Байлагасова И.Л., Роман А.Т., Мастонов Р.А. и др. Роль природных факторов в оценке условий разработки месторождений и

рекультивации последствий деятельности урановых рудников // Естественные и технические науки, №6 (56). 2011. С. 302– 306.

4. Воробьев А.Е., Щелкин А.А., Чекушина Т.В., Чекушина Е.В. Способы захоронения радиоактивных отходов рудников подземного выщелачивания урана // Естественные и технические науки, №6 (56). 2011. С. 307– 310.

5. Воробьев А.Е., Юров В.М., Портнов В.С. Влияние природных факторов на гидродинамические процессы и процессы разрушения в отвалах урановых рудников // Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика», №4 (64). 2011. С. 67– 78.

6. Портнов В.С., Воробьев А.Е., Турсунбаева А.К., Хамитова А.С., Ермек Е.Е., Камаров Р.К. Влияние природных факторов на отвалы и карьеры урановых рудников. Караганда (Казахстан). КРУ. 2012. 148 с.

7. Щелкин А.А., Вдовенков П.М., Воробьев А.Е., Романов А.М. Способ рекультивации хвостохранилищ ураноперерабатывающих предприятий в засушливых районах // Горный информационно– аналитический бюллетень, №4, 2002. – С. 187– 189.

УДК 332.1.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗВИТИЯ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

Дешина М. Е.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования карбонатных и глинистых отложений киевского времени в качестве сырьевых материалов.

Был изучен минеральный состав отложений, выделены литологические типы пород, уточнены их палеогеографические особенности формирования и оценены воздействия добычи на экологические системы.

Ключевые слова: литологические типы, карбонатные отложения, глинистые отложения, палеогеография, строительные материалы, экологические системы.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF MINING DEVELOPMENT ON THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN THE CENTRAL PART OF THE EASTERN SLOPE THE VORONEZH ANTECLISE

Deshina M. E.

Voronezh State University

Annotation: The article discusses the possibility of using calcareous and argillaceous sediments of the Kiev time in the quality of raw materials. The mineral composition of the deposits was studied, lithological types of rocks were identified, their paleogeographic features of formation were clarified, and the impact of mining on ecological systems was estimated.

Keyword: lithological types, carbonate deposits, clay deposits, paleogeography, building material, ecological system.

Введение

Целью работы является изучение среднеэоценовых киевских отложений для анализа влияния развития их добычи в центральной части восточного склона Воронежской антеклизы. В качестве проблемы исследования можно выделить влияние добычи карбонатных и глинистых пород на экологические системы. Негативное воздействие на окружающую среду происходит практически на всех стадиях геологоразведочных работ: при предварительной разведки, при детальной разведки, при эксплуатационной разведки месторождений. В ходе этих работ наносится урон всем составляющим экосистем, который включает в себя загрязнение атмосферы, гидросферы, почвы. При добычи полезных ископаемых важной задачей является минимизация негативного влияния, которое связано с осуществлением геологоразведочных работ.

Исследование карбонатных и глинистых отложений является актуальной задачей, так как они могут использоваться в широком спектре. Карбонатные и глинистые породы применяются в качестве сырьевых материалов. Повышенное содержание глинистого компонента в мергелях играет важную роль в производстве строительного цемента.

Монтмориллонитовые глины применяются в производстве керамзита – искусственного наполнителя бетонов. Так же их используют в качестве глинистого раствора при бурении геологоразведочных скважин.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Обзор литературных источников, включающих фондовые и изданные материалы.
2. Изучение вещественного состава.
4. Литологическая характеристика киевских отложений.
5. Уточнение палеогеографических условий киевского времени палеогена.
6. Выявление экологических проблем при развитии добычи полезных ископаемых.

Отложения киевской свиты широко распространены на изучаемой территории. Можно выделить две фациальные обстановки, которые имеет различия в вещественном и органическом составе [1]. В западной части территории преимущественно залегают карбонатные породы, восточнее описанной территории распространен другой тип осадочных отложений, представленный глинами.

В ходе работ был изучен большой объем литературных источников по киевским отложениям, распространенных в пределах Воронежской антеклизы.

При написании работы были использованы научная и учебно – методическая литература, опубликованные научные статьи. Основными источниками для изучения карбонатных и глинистых отложений явились работы Бартенева В.К., Бурыкина В.Н., Бушинского Г.И., Маслова В.П., Савко А.Д., Фролова В.Т., Шиммеля Г.

На основе работ Бартенева В.К. «Литология, фации и полезные ископаемые палеогена ЦЧЭР», Бурыкина В.Н. «Литология и полезные ископаемые верхнемеловых отложений юго – востока Воронежской Антеклизы», Бушинского Г.И. «Литология меловых отложений Днепров – Донецкой впадины», Савко А.Д. «Геология Воронежской антеклизы» были изучены характерные особенности киевских отложений на рассматриваемой территории. Они подстилаются породами различных ярусов верхнего мела, перекрываются отложениями харьковской свиты, реже – полтавской серии или континентальными плиоценовыми и четвертичными образованиями. [4]

Работа Маслова В.П. «Атлас породообразующих организмов (известковых и кремневых)» использовалась для изучения в породах органических остатков, что, в свою очередь, позволило установить палеогеографические условия киевского времени.

На основе работы Фролова В.Т. «Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород» были установлены литологические типы пород и изучены вещественные характеристики карбонатных и глинистых отложений.

При исследовании данной темы использовалась зарубежная литература. Работа Г. Шиммеля. «Методика электронной микроскопии» рассматривались для изучения теоритических основ проводимых анализов.

На основе работ А.В. Колосова «Эколого – экономические принципы развития горного производства» анализировалось влияние добычи полезных ископаемых на окружающую среду. Воздействие может быть как прямым, так и косвенным. Размеры зоны распространения косвенного воздействия значительно превышают размеры зоны локализации прямого воздействия и, как правило, в зону распространения косвенного воздействия попадает не только элемент биосферы, подвергающийся непосредственному воздействию, но и другие элементы [2].

При добычи строительных материалов необходимо:

1. производит рекультивацию земель, нарушенных геолого – разведочными работами;
2. разрабатывать новые технологии по добычи с минимальными площадями изъятия земель;
3. комплексно перерабатывать минеральное сырье – разделять полезное ископаемое на конечные продукты с извлечением всех ценных компонентов, производство которых технически возможно и экономически целесообразно.

Эколого – геологические условия изучаемой территории

Изучаемая территория находится в пределах центральной части Воронежского кристаллического массива. Наиболее крупными населенными пунктами являются Бобров, Бутурлиновка, Таловая, Нижний Кисляй.

В географическом отношении она относится к юго – западной части Среднерусской и северо – западной – Калачской возвышенностей, северная часть входит в пределы Тамбовской низменности.

Территория относится к району трёхъярусного строения. Нижний ярус сложен дислоцированными и метаморфизованными породами архея и нижнего протерозоя, прорванными многочисленными интрузиями различного состава.

Второй ярус – это субгоризонтально залегающие осадочные породы девона, мела и палеогена, общая мощность составляет до 250 м.

Верхний ярус – континентальные неогеновые и четвертичные отложения. Они распространены практически по всей площади территории и перекрывают отложения других генетических типов. Мощность составляет от нескольких метров до 40 м.

Эрозионной сетью довольно полно вскрываются породы четвертичной, неогеновой, палеогеновой и меловой систем. Верхнедевонские отложения выходят на поверхность только по долинам рек на юго – западе территории.

Изучаемые отложения представлены различными литологическими типами и расположены в различных фациальных обстановках. Это указывает на отличительные особенности образования осадков и их накопления. Породы представлены карбонатными и глинистыми отложениями (рис.1).

В западной части территории преимущественно залегают карбонатные породы, представленные глинистым мелом, реже встречаются прослои глин. Восточнее, во второй фациальной обстановки, распространен другой тип осадочных отложений, представленный алевроитистыми глинами. Породы киевской свиты содержат различные комплексы микрофауны. Связано это с тем, что в киевское время на некоторых участках территория была перекрыта морем.

В геоморфологическом отношении объект находится в присводовой части Воронежской антеклизы. Междуречные пространства имеют абсолютные отметки 180 – 200 м. Максимальная высота водоразделов отмечена северо – западнее г. Бутурлиновка и составляет 235 м. Днища долин рек характеризуются абсолютными отметками 70– 90 м. Рельеф образован сочетанием узких уплощенных водоразделов и глубоко врезанных широких балочных и речных долин. Относительные превышения для большей части площади составляют 50 – 100 м.

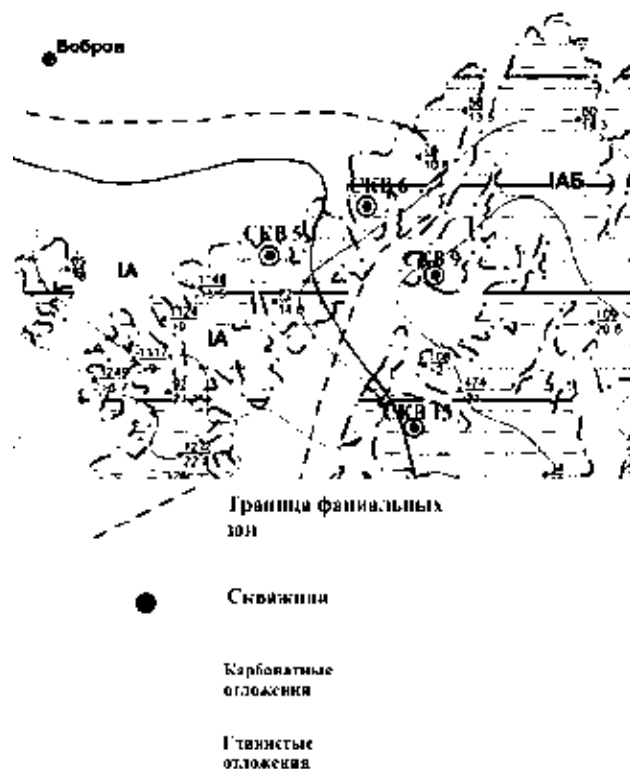


Рис.1.— Литологическая карта киевских отложений.

Гидросеть описываемой территории принадлежит бассейну р. Дон. Наиболее крупными реками являются Битюг, Осередь, Чигла. Падение русла рек составляет в среднем 0,05 м/км, глубина – 1,0 – 2,5 м, ширина – 15 – 40 м, скорость течения рек – 0,1 – 0,2 м/сек. Пойма рек шириной 2 – 3 км, преимущественно закрытая, с множеством стариц и озер, заросшая лесом.

В тектоническом строении территории принимают участие два структурных этажа – кристаллический фундамент и осадочный чехол, которые разделены резким угловым несогласием и длительным стратиграфическим перерывом. [3]

Нижний структурный мегакомплекс сложен глубоко метаморфизованными породами архея и нижнего протерозоя, отличается сложным строением, отражающим его длительную геологическую историю. Территория занимает сводовую часть ВКМ, на севере захватывает северо – восточный склон ВКМ, на востоке территории – восточный склон ВКМ (рис. 2).

Осадочный чехол сложен породами девонской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Мощность осадочного чехла изменяется от 80 – 150 м в юго – западной части листа до 250 – 300 м на северо – востоке.

Тектоническая структура осадочного чехла обусловлена разнонаправленными движениями блоков кристаллического фундамента. Условия залегания разновозрастных пород резко отличные и обусловлены положением описываемой территории на границе Московской синеклизы и Днепрово – Донецкой впадины. В палеозое основным движением было прогибание Московской синеклизы, результатом чего является падение палеозойских слоев в сторону синеклизы (на север, северо – восток) и увеличение их мощности в этом же направлении. Поверхность девонских отложений полого наклонена к юго – востоку.

Гидросеть описываемой территории принадлежит бассейну р. Дон. Наиболее крупными реками являются Битюг, Осередь, Чигла. Падение русла рек составляет в среднем 0,05 м/км, глубина – 1,0– 2,5 м, ширина – 15– 40 м, скорость течения рек – 0,1– 0,2 м/сек.

Пойма рек шириной 2 – 3 км, преимущественно закрытая, с множеством стариц и озер, заросшая лесом.

В тектоническом строении территории принимают участие два структурных этажа – кристаллический фундамент и осадочный чехол, которые разделены резким угловым несогласием и длительным стратиграфическим перерывом. [3]

Нижний структурный мегакомплекс сложен глубоко метаморфизованными породами архея и нижнего протерозоя, отличается сложным строением, отражающим его длительную геологическую историю. Территория занимает сводовую часть ВКМ, на севере захватывает северо – восточный склон ВКМ, на востоке территории – восточный склон ВКМ (рис. 2).

Осадочный чехол сложен породами девонской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Мощность осадочного чехла изменяется от 80– 150 м в юго – западной части листа до 250 – 300 м на северо – востоке.

Тектоническая структура осадочного чехла обусловлена разнонаправленными движениями блоков кристаллического фундамента. Условия залегания разновозрастных пород резко отличные и обусловлены положением описываемой территории на границе Московской синеклизы и Днепрово – Донецкой впадины. В палеозое основным движением было прогибание Московской синеклизы, результатом чего является падение палеозойских слоев в сторону синеклизы (на север, северо – восток) и увеличение их мощности в этом же направлении. Поверхность девонских отложений полого наклонена к юго – востоку.

В северо – восточной части листа абсолютные высоты поверхности девонских отложений достигают 60 – 70 м, а на юго – востоке они снижаются до 30 – 40 м.

Мезозойские образования плавно падают на юг и юго – восток, в сторону Днепрово – Донецкой впадины, они залегают на различных горизонтах верхнего девона.

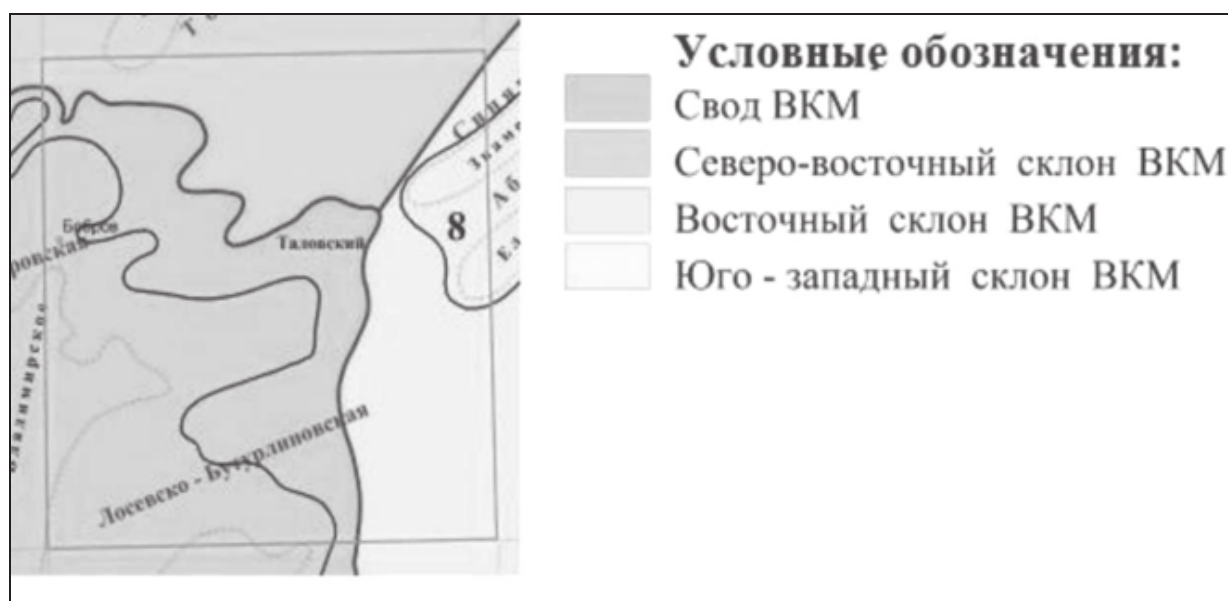


Рис. 2.– Схема тектонического районирования центральной части ВКМ.

Киевские отложения имеют свои характерные признаки. Они характеризуются разнообразным составом, сменяющимся по площади исследования, и представлены разными литологическими типами – карбонатными и глинистыми породами.

По результат исследований было установлено, что породы, отобранные в скважине 5, находящейся в восточной части исследуемой территории, относятся к карбонатному типу и представляют собой глинистый мел светло – серого цвета со слабым желтовато – зеленоватым оттенком. Порода мягкая, глинистая с землистым изломом и тонкоплитчатой отдельностью.

В скважине 6 мергель светло – серого цвета с зеленоватым оттенком. Глина плотная, мягкая с фарфоровидным и раковистым изломом, с тонкоплитчатой и чешуйчатой

отдельностью. В скважине 9 глина от светло – серого до бурого цвета. Глина плотная, пластичная, однородная с примесью алевритистого материала. В скважине 13 глина зеленовато – серого цвета, плотная, пластичная.

Был проведен химический анализ для определения состава пород. В них присутствуют Na_2O , MgO , Al_2O_3 , P_2O_5 , CaO , SiO_2 . Данные показали, что в пробах не содержатся химически опасных соединений, которые могут наносить вред почвенному слою.

Территория расположена в благоприятном районе с точки зрения эколого – геологического состояния. В исследуемой местности отсутствуют какие– либо производственно– технические объекты и горно – технические предприятия, что положительно сказывается на природных экосистемах. Следует отметить, что транспортная сеть расположена на отдаленном расстоянии. Все эти факторы дают положительную эколого – геологическую оценку. Не отмечается никакого негативного воздействия на гидросеть территории, на почвенный и растительный покровы.

Заключение

В ходе изучения было выявлено, что при проведении геологоразведочных работ, а именно добычи полезных ископаемых, наносится большой ущерб окружающей среде. Разрушается плодородный почвенный слой, загрязняются вода и атмосфера. Следует учитывать, что добыча в пределах городской черты и на окраинах поселков серьезным образом сказывается на экологической обстановке.

Карбонатные породы киевской свиты могут широко использоваться в качестве строительных компонентов. Это говорит о перспективности региона на создание минерально – сырьевой базы строительных материалов. Киевские глины могут являться ценным сырьем для производства керамических изделий.

Геологическое строение участка относительно простое, мощность верхнего слоя вскрываемых отложений небольшое, что дает основание для разведывания полезных ископаемых без ущерба для экологии. При проведении геологоразведочных работ следует соблюдать требования экологических норм для минимизации негативного воздействия на экологические системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурыкин, В.Н. Литология и полезные ископаемые верхнемеловых отложений юго– востока Воронежской Антеклизы / В.Н. Бурыкин, А.Д. Савко // Тр.НИИ геологии ВГУ. Вып. 16. Воронеж: 2003. – 98с.
2. Колосов. А.В. Эколого– экономические принципы развития горного производства / А. В. Колосов // – Москва, Недра, 1987
3. Раскатов Г.И. Важнейшие черты тектонической структуры северо– западной части Воронежской антеклизы / Г.И. Раскатов, В.Ф. Лукьянов, А.А. Старухин, В.В. Шишов // Вопросы геологии и полезные ископаемые Воронежской антеклизы. – Воронеж, 1970. – С. 64 – 87. – (Тр. / Воронеж.гос. ун– т; Т. 70).
4. Савко А.Д. Объяснительная записка к атласу фациальных карт Воронежской антеклизы / А.Д. Савко. – Труды научно– исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып.20. – Воронеж: Изд– во ВГУ, 2004. – 160 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК

Жаравин Н.А., Никифоров А.И.

e-mail:zharavin_01@mail.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный институт международных отношений Министерства иностранных дел Российской Федерации», г. Москва, Россия

Аннотация: в статье рассмотрено влияние предприятий горнодобывающей промышленности на естественные водотоки, особое внимание уделено основным типам негативного воздействия данной отрасли первичного сектора экономики на малые реки. В работе также отражена информация о нормативных документах, регламентирующих данную сферу природопользования, а также о формах ответственности горнодобывающих предприятий за деградацию природных гидроэкосистем. Указанная проблема кратко рассмотрена на примере экологического кризиса малых уральских рек Кизел и Северная Вильва, которые в настоящее время загрязняются в результате непрекращающегося самопроизвольного излива кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, малые реки, гидроэкосистемы, загрязнение естественных водоемов, полезные ископаемые, шахтные кислые воды, экологический кризис, экоцид, ответственность горнодобывающих предприятий, река Кизел, река Северная Вильва.

IMPACT OF MINING OPERATIONS ON SMALL RIVER ECOSYSTEMS

Zharavin N.A., Nikiforov A.I. zharavin_01@mail.ru

Moscow State Institute of International Relations (MGIMO University), 76

Vernadskogoavenue, Moscow, 119454, Russia

Abstract: The article deals with the impact of mining enterprises on natural watercourses and draws special attention to the main types of negative impact of this branch of the primary sector on small rivers. The article contains information relating to different forms of mining enterprises' responsibility for degradation of natural hydroecosystems and reflects the most recent data on normative documents regulating the given sphere of natural management. This problem is briefly discussed in the context of the environmental crisis of small Ural rivers such as the Kizel and the Severnaya Vilva, which are currently being polluted owing to continuous spontaneous outflow of acid mine water from the Kizel Coal Basin.

Keywords: mining industry, small rivers, hydroecosystems, pollution of natural reservoirs, minerals, acid mine water, ecological crisis, ecocide, responsibility of mining enterprises, the Kizel river, the Severnaya Vilva river.

Горнодобывающая промышленность – это стратегически важная отрасль первичного сектора, занимающая ключевое место в мировой экономике и являющаяся источником необходимых в повседневной деятельности человека ресурсов. Во многих странах добыча полезных ископаемых служит одним из основных видов занятости населения, обеспечивая наличие большого количества рабочих мест самой различной квалификации.

Специфика данной отрасли заключается главным образом в активном взаимодействии ее компонентов с окружающей средой, зачастую оказывающем разнообразное негативное воздействие на состояние природных экосистем. Добыча полезных ископаемых, будь то мелкомасштабная или крупномасштабная, всегда в той или иной степени воздействует на компоненты природной среды. Ухудшение состояния окружающей среды, вызванное работой

предприятий горнодобывающей промышленности, происходит главным образом в результате нерациональной обработки руды и окружающих грунтов, а также недостатка или отсутствия рекультивационных мероприятий. К числу экологических проблем, возникающих в результате деятельности горнодобывающей промышленности, относятся такие явления, как деградация природных ландшафтов, утрата биологического и генетического разнообразия, химическое загрязнение почвы, воздуха, поверхностных и подземных вод. Стоит отметить, что высокий уровень механического и физического загрязнения среды вследствие деятельности предприятий горнодобывающей отрасли, не только оказывает непосредственное влияние на живые организмы, но и приводит к существенному ухудшению качества среды их обитания. При этом риск загрязнения зачастую сохраняется даже после прекращения деятельности предприятий по добыче полезных ископаемых. [3, 4, 12, 13]

Актуальность проблемы прежде всего заключается в том, что процесс добычи полезных ископаемых становится всё более интенсивным и механизированным. В настоящее время предприятия горнодобывающей промышленности способны обрабатывать больше горных пород и рудных материалов, чем когда – либо прежде. Это, в свою очередь, неминуемо сопровождается увеличением давления на окружающую среду. Для сохранения естественных местообитаний живых организмов и поддержания природного баланса данная тенденция требует от горнодобывающей промышленности внедрения и последовательного применения методов, которые способны минимизировать воздействие на природные системы. [12, 13]

Важно отметить, что воздействие горнодобывающей промышленности именно на водные экосистемы является одним из самых значительных по масштабам негативных последствий и степени вреда, наносимого окружающей среде. При этом малые реки характеризуются повышенной уязвимостью к антропогенному влиянию, так как их механизм самоочищения является менее эффективным по сравнению с крупными водотоками. Главной особенностью формирования стока малых рек является их тесная связь с ландшафтом бассейна, поэтому чрезмерное использование их водных ресурсов приводит систему в состояние экологического дисбаланса. Однако как усилия по минимизации негативного воздействия на экосистемы малых рек, так и деятельность по ликвидации причинённого им ущерба часто требует больших экономических затрат, а также привлечения современной техники – что далеко не всегда может быть обеспечено в районе экологического кризиса. [3]

Практически на всех этапах производственного цикла деятельность горнодобывающей промышленности сопровождается потреблением больших объемов воды. Значительная часть водных ресурсов на месторождениях используется для сепарации минерального сырья, извлечения отдельных минералов из вмещающих пород, мытья и транспортировки материалов, пылеподавления, а также для охлаждения бурящих устройств. Объемы использования воды также варьируются в зависимости от добываемого ресурса. Так, для производства меди, золота, алмазов, платины и никеля предприятиям нужно затрачивать большое количество воды, которая необходима для извлечения минералов и драгоценных металлов из руды. Дополнительное количество водных ресурсов также используется для подъема размытых пород землесосными снарядами, которые получили большое распространение в сфере разработки россыпных месторождений, а также для работы гидроэлеваторов. [3, 4, 11, 12, 13]

Стоит отметить, что большая часть разведанных россыпных месторождений, являющихся ценным источником минерально – сырьевых ресурсов и драгоценных металлов (к которым относятся, в частности, золото и платина), располагается в руслах и долинах малых рек. Предприятия горнодобывающей промышленности, ведущие свою деятельность вблизи данных экосистем, негативно влияют на их стокорегулирующую способность, что объясняется выраженным преобразованием геоморфологических характеристик водосборной территории. [3, 4]

В ходе деятельности горнодобывающих предприятий, особенно в процессе осушения и эксплуатации месторождений угля, происходит снижение уровня подземных и грунтовых вод, следствием чего является обмеление питающихся от них малых и крупных рек. Так, в результате разработки медного рудника наблюдается иссушение реки Санта – Круз,

протекающей на юго – западе США в штате Аризона. Подобная ситуация происходит с рекой Гумбольдт в штате Невада в процессе деятельности золотодобывающих предприятий.[10]

Особое влияние на экосистемы малых рек имеет изменение качественного и количественного состава их вод, то есть гидрохимического режима, что негативно сказывается на рыбопродуктивности водных объектов. Среди источников загрязнения, имеющих место в процессе деятельности по добыче полезных ископаемых, образование кислых стоков считается одновременно одним из самых распространенных и в то же время опасных для окружающей среды. К кислым стокам, являющимся результатом деятельности горнодобывающих предприятий, относятся шахтные кислые воды (*англ.*AMD), а также кислые воды хвостохранилищ и отвалов. Данные образования характеризуются повышенным содержанием тяжелых металлов, серной кислоты, образующейся в результате воздействия воды и воздуха на сульфидсодержащие породы, и ее соединений. При достижении определенного уровня кислотности среды ряд ацидофильных бактерий (в частности, *Thiobacillusferrooxidans*), начинает ускорять процессы окисления и выщелачивания, которые могут длиться сотни лет. Стоит отметить, что даже с применением самых передовых технологий остановить кислотный дренаж практически невозможно, если реакция уже началась. [3, 10, 12, 13]

При отсутствии качественного контроля, который должен осуществляться предприятиями горнодобывающей промышленности, кислые стоки могут уноситься дождевой водой или поверхностным дренажем в ближайшие гидроэкосистемы. В таком случае водородный показатель может достигать значений ниже pH 5, что характеризует среду как кислую. Такие условия в сочетании с пролонгированным действием осевших на дно тяжелых металлов в составе горных пород, являются практически несовместимыми с жизнью и развитием большинства гидробионтов в экосистемах рек. Всё это препятствует хозяйственному использованию загрязнённых водотоков. Стоит отметить, что взвеси, содержащиеся в загрязненной воде (породная пыль, окисел трехвалентного железа), способны вызывать массовую гибель рыб и других жабернодышащих организмов вследствие механического поражения их респираторного эпителия. [6, 8, 10, 13]

Проблема также заключается и в том, что металлы и их токсичные соединения способны переноситься течением рек на большие расстояния, подвергая комплексному загрязнению значительные территории. Поскольку компоненты пресноводной биоты способны накапливать в себе данные химические вещества, то чаще всего имеет место кумулятивный эффект, в результате которого организмы, занимающие высшие звенья пищевой цепи (в том числе и виды, являющиеся объектом специализированного промысла), могут накапливать в своем организме концентрации тяжелых металлов, многократно превышающие санитарно–эпидемиологические требования.[6,13]

В результате деятельности горнодобывающих предприятий в воду могут попадать цианиды и различные соединения азота, к которым относятся нитраты и нитриты, а также аммиак. Повышенное содержание данных веществ в гидроэкосистемах может возникать вследствие проведения взрывных работ, а также обуславливается процессами цианирования, часто применяемыми для извлечения золота из бедной и тугоплавкой руды.[4,13]

В качестве примеров, иллюстрирующих негативное влияние предприятий горнодобывающей промышленности на гидроэкосистемы, можно привести малые уральские реки Кизел и Северная Вильва, которые загрязняются в результате непрекращающегося самопроизвольного разлива кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна, закрытого еще в 90-е годы прошлого века. В настоящее время вода данных рек представляет из себя слабый раствор серной кислоты неестественного рыжего цвета, что отчетливо заметно даже на спутниковых снимках. Предельно допустимые концентрации (ПДК) ряда поллютантов (железа, меди, цинка и др.) в водах этих рек многократно превышены, поэтому реки Северная Вильва и Кизел были полностью выведены из водопользования, их воды не могут быть использованы ни для технических, ни для хозяйственных целей. Проблему усугубляет накопление на дне данных рек техногенных отложений, а также их постепенный снос ниже по течению. В скором времени они могут достигнуть Камского водохранилища, являющегося источником питьевой

воды для целого ряда населённых пунктов. Подобная ситуация наблюдается также в гидроэкосистемах рек Аюта, Бургуста и Лихая, протекающих в Ростовской области, в воды которых попадает кислая, насыщенная железом вода из расположенных неподалеку шахт. [6, 7, 8, 9]

Предприятия, осуществляющие добычу полезных ископаемых, обязаны осуществлять производственный экологический контроль, формировать и представлять в уполномоченные органы в области охраны окружающей среды ежеквартальные и годовые отчеты по результатам производственного экологического контроля в соответствии с установленными нормативными требованиями. Деятельность предприятий горнодобывающей промышленности должна обязательно соответствовать экологическим стандартам. В случае загрязнения природных гидроэкосистем российским законодательством предусмотрена административная и уголовная ответственность в зависимости от степени нанесенного вреда. Так, если вред, нанесенный водному объекту, признают существенным (что, в частности, подразумевает массовую гибель гидробионтов, уничтожение мест для нереста рыбы, вымирание растительности на берегах водоема), то предприятие могут обвинить по статье 250 УК РФ. За совершение действий, способных повлечь экологическую катастрофу, также предусмотрена ответственность по статье 358 УК РФ (экоцид). Стоит отметить, что наряду с перечисленными статьями Уголовного кодекса, в отношении горнодобывающих предприятий может быть предъявлено обвинение за нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ (статья 246 УК РФ), а также за нарушение правил обращения с экологически опасными веществами и отходами (статья 247 УК РФ).[1, 5]

Основными нарушениями, которые надзорные органы могут обнаруживать в ходе проверок горнодобывающих предприятий, являются: несанкционированный сброс загрязненных сточных вод с участка добычи; размещение в прибрежной защитной полосе рек размываемых отвалов грунтов; нарушения правил водопользования при заборе воды; невыполнение требований по оборудованию сооружений для защиты водотоков от загрязнения, истощения, заиления вод и т.д. [7]

Для сохранения экосистем рек и поддержания их устойчивости предприятия горнодобывающей промышленности должны постоянно анализировать и модернизировать свою систему управления производственной деятельностью с целью достижения минимального негативного эффекта. Одним из существенных направлений является обеспечение рационального управления водными ресурсами, которое достигается в результате эффективного разделения чистой и загрязненной воды; уменьшения образования осадка в дренажных канавах; контроля образования кислого фильтрата и стока; разработки сценариев ликвидации аварийных ситуаций; утилизации хвостов. [2]

Таким образом, для недопущения экологических катастроф и минимизации негативного воздействия на экосистемы малых рек и других гидроэкосистем, необходим строгий контроль деятельности горнодобывающих предприятий в соответствии с современным природоохранным законодательством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63–ФЗ (ред. от 31.07.2020)
2. Водоподготовка в горнодобывающей промышленности [Электронный источник] – URL: <http://www.aquanvk.ru/upload/iblock/0a4/0a4ff02a924217764375f5bc15c68aee.pdf> (дата обращения: 22.10.2020)
3. Воронин А. В., Киселёва С. П., Рыков С. В. Экологические проблемы использования малых рек //Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2007. – №. 3.
4. Коннов В. И. Исследование влияния этапов работ на малые реки при добыче полезных ископаемых в восточном Забайкалье //Горный информационно– аналитический бюллетень (научно– технический журнал). – 2007. – Т. 1. – №. 12.

5. Ответственность за нарушение водного законодательства и загрязнение водных объектов [Электронный источник] – URL: <https://news.ecoindustry.ru/2020/10/otvetstvennost-zarushenie-vodnogo/> (дата обращения: 22.10.2020)
6. Серные реки, кислотные берега. Сотни миллионов потрачены, а КУБ остается зоной экологического бедствия [Электронный источник] – URL: <https://properm.ru/news/society/168408/> (дата обращения: 22.10.2020)
7. Эксперты WWF выявили загрязнения рек ниже участков добычи золота протяженностью 2649 километров [Электронный источник] – URL: <https://wwf.ru/resources/news/altay/eksperty-wwf-vyyavili-zagryazneniya-rek-nizhe-uchastkov-dobychi-zolota-protyazhennostyu-2649-km/> (дата обращения: 22.10.2020)
8. Эти реки текут в никуда: загрязнение водоёмов стало системной проблемой [Электронный источник] – URL: <https://news.ru/investigations/eti-reki-tekut-v-nikuda-zagryaznenie-vodoyomov-stalo-sistemnoj-problemoj/> (дата обращения: 22.10.2020)
9. Чем опасны заброшенные шахты? [Электронный источник] – URL: <https://rostov.aif.ru/society/details/chem-opasny-zabroshennye-shahty-kakie-nepriyatnosti-grozyat-donskomu-krayu/> (дата обращения: 22.10.2020)
10. Mining and Water Pollution [Электронный источник] – URL: <https://www.safewater.org/factsheets-1/2017/1/23/miningandwaterpollution> (дата обращения: 22.10.2020)
11. Mining and Water Pollution Issues in BC [Электронный источник] – URL: <https://www.protectfishlake.ca/media/amd.pdf> (дата обращения: 22.10.2020)
12. Miranda M., Sauer A., Shinde D. Mine the gap: connecting water risks and disclosure in the mining sector // World Resources Institute. – 2010. – Т. 2.
13. Ugya A. Y., Ajibade F. O., Ajibade T. F. Water pollution resulting from mining activity: an overview // Proceedings of the 2018 Annual Conference of the School of Engineering & Engineering Technology (SEET), The Federal University of Technology, Akure, Nigeria. – 2018. – С. 17– 19.

УДК 551.242.51; 504.54

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛИТОСФЕРЫ. ОТЛОЖЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СИЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Жигалин А.Д. ^{1,2}, zhigalin.alek@yandex.ru; *Трофимов В.Т.* ², trofimov@rector.msu.ru;
Харькина М.А. ², kharkina@mail.ru; *Архипова Е.В.* ³, olenageo@mail.ru; *Лавров В.С.* ¹,
lavrov@ifz.ru

1– Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

2– Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

3– Государственный университет «Дубна», г. Дубна, Моск. обл., Россия

Аннотация: Развитие промышленного производства и сопутствующая интенсификация добычи твердых полезных ископаемых карьерным и шахтным способами стали временной отметкой диалектического перехода количества антропогенного воздействия в качественный сдвиг энергетического баланса, когда «щадящее» антропогенное влияние сменилось «жестким» техногенным воздействием. С появлением Человека к естественным причинам возникновения экологических катастроф добавился антропогенный фактор, воздействие которого в наше время ощущается во всё возрастающей мере. Это нашло своё отражение в многоплановой техногенной трансформации литосферы, представляющей собой эколого – геологическую среду.

Ключевые слова: эколого – геологическая среда, добыча твердых полезных ископаемых, антропогенное воздействие, техногенная трансформация литосферы

PATTERNS OF TRANSFORMATION OF THE LITHOSPHERE. DELAYED EFFECTS OF SEVERE IMPACTS

*A.D. Zhigalin^{1,2}, zhigalin.alek@yandex.ru; V.T. Trofimov², trofimov@rector.msu.ru;
M.A. Kharkina², kharkina@mail.ru; E.V. Arkhipova³, olenageo@mail.ru; V.S. Lavrov¹,
lavrov@ifz.ru*

1– Schmidt Institute of Physics of the Earth of the RAS, Moscow, Russia

2– Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

3– Dubna State University, Dubna, Mosk.region, Russia

Abstract: The development of industrial production and the accompanying intensification of solid mineral extraction by quarrying and mining had been the time mark for the dialectical transition of the amount of anthropogenic impact into a qualitative shift in the energy balance, when the "sparing" anthropogenic influence was replaced by a "hard" technogenic impact. With the advent of Man, an anthropogenic factor was added to the natural causes of environmental disasters, the impact of which in our time is increasingly felt. This was reflected in the multifaceted technogenic transformation of the lithosphere, which is was an eco– geological environment.

Keywords: ecological and geological environment, mining of solid minerals, anthropogenic impact, technogenic transformation of lithosphere

Наиболее сложным и многогранным видом хозяйственной деятельности, обладающим высоким потенциалом воздействия на среду обитания, представляется горнодобывающая. Этот вид деятельности наиболее тесно связан с литосферой, поскольку предполагает, во – первых, добычу полезных ископаемых открытым или подземным способом, посредством горнопроходческих работ или бурения скважин, во – вторых, транспортировку добываемого продукта в пределах месторождения и, наконец, в – третьих, первичную, иногда глубокую, переработку продукта недалеко от места непосредственной добычи. Как правило, вблизи месторождений полезных ископаемых возникают поселки и сопутствующие производства, которые с течением времени превращаются в моногорода с развитой инфраструктурой. Тогда непосредственно горнодобывающая деятельность тесно переплетается с городской строительной и коммунальной деятельностью, производством электроэнергии, транспортной деятельностью и, таким образом, становится единым весьма мощным источником техногенного энергетического воздействия на среду и существенным фактором влияния на литосферу.

Великая индустриальная революция, произошедшая в ведущих государствах мира в XVIII–XIX веках и продолжающаяся в настоящее время практически повсеместно на земном шаре, определила начало антропогенного воздействия на литосферу. Литосфера является не только геологическим субстратом существующей биосферы, но также источником ресурсов, обеспечивающих энергетический и промышленный потенциал современной цивилизации. Вслед за ростом народонаселения и увеличения производимой и потребляемой энергии наблюдается возрастание тотального влияния технически хорошо оснащенного человечества на литосферу, неизбежно приводящую к ее трансформации.

Геологическая история показывает, что с начала фанерозоя (приблизительно 550– 570 млн лет тому назад) наша планета неоднократно испытывала потрясения, вызываемые как протеканием собственно земных процессов (катастрофические землетрясения, гигантские оползни, морские трансгрессии и регрессии, извержения вулканов и др.), так и влиянием внеземных факторов, в частности импактным воздействием космических тел на земную поверхность. Совсем недавно (по геологическим меркам времени), в антропогене, к эволюционным и «взрывным» природным процессам добавилось весьма осязаемое антропогенное (техногенное) воздействие на литосферу, которое способно «конкурировать» с природным влиянием на земные процессы. Человечество согласилось, что *homo habilis* (человек умелый, лат.) стал геологической силой, из чего следует, что процессы, протекавшие сотни, тысячи и даже миллионы лет, теперь могут совершаться, буквально, на глазах одного – двух поколений людей.

События, происходившие на поверхности нашей планеты, в литосфере, в зависимости от их энергетического потенциала, оставляли заметные следы – изменение видового разнообразия флоры и фауны, окаменелости, свидетельствующие о прошлых биосферах, артефакты, подтверждающие существование иных цивилизаций и отметины от ударов космических «гостей» – астроблемы. Так, палеонтологический анализ позволил получить фактический материал, подтверждающий случаи массового вымирания в период геологического времени от 450 – 440 млн. лет назад до 65 млн. лет назад. В перечень включены пять зафиксированных случаев самых массовых вымираний, однако можно предполагать гораздо большее их число [3].

Таблица 1 – Массовые вымирания в геологической истории Земли

Название	Геологическое время	Характеристика	Причина
Ордовикско-силурийское	450– 440 млн лет назад	Вымерло около 60% всех морских беспозвоночных	Точная причина не установлена; предполагается, что при сдвигении материка Гондваны к южному полюсу на фоне похолодания произошло понижение уровня Мирового океана
Девонское	374 и 359 млн лет назад	имело два пика, во время которых вымерло около 50% морских животных, исчезли 50% всех родов и 20% семейств, почти все бесчелюстные	основной причиной считается изменение уровня и кислородное обеднение. Мирового океана, связываемое с высокой вулканической активностью Земли; не исключается версия падения крупного внеземного тела, например, кометы
Великое пермское	250 млн. лет назад	Величайшее массовое вымирание, приведшее к исчезновению 95% всех видов животных: 70% наземных животных, 96% морских видов, более 57% родов насекомых затронуло даже микроорганизмы.	В качестве причин называют повышенную вулканическую активность, выброс с дна океана большое количество метана, приведший к губительной смене климата, столкновение Земли с огромным астероидом
Триасовое	200 млн. лет назад	Длилось в течение 10 тыс лет и считается скоротечным; вымерло 50% животных: 20% всех морских животных и большинство видов земноводных	возможной причиной называют распад Пангеи, вызванный падением большого астероида, что изменило погоду на планете
Мел–палеогеновое	65 млн. лет назад	Вымерли динозавры, погибло более 15% семейств морских и 18% сухопутных животных	наиболее известные теории в качестве причины рассматривают столкновение Земли с крупным астероидом или влияние излучения от взрыва сверхновой звезды; предполагается также, что животные не смогли приспособиться к новой кормовой базе были истреблены первыми млекопитающими
Шестое массовое	проойдет через 100 или	могут исчезнуть 75 % и более ныне существующих на	грядущее массовое вымирание может произойти полностью

	1000 лет	планете видов животного мира, в том числе человек	по вине человека; не исключены также столкновение с астероидом больших размеров и/или таинственной планетой Нибиру
--	----------	---	--

Из приводимой таблицы следует, что четыре из пяти установленных вымираний предположительно связываются с падением на Землю космических тел разного размера с образованием громадных кратеров и эффективным воздействием на обитателей планеты. Подтверждение этой точки зрения можно найти в монографии Тейяра де Шардена, в которой он приводит схему эволюции четвероногих в геологическое время от пермского периода (250 млн. лет назад) до, практически, наших дней. Приведенные в табл. 1 сведения показывают, что импактные воздействия на литосферу следует относить к категории сильных воздействий, оставляющих свой эколого – геологический след. Правда, этот след можно сравнить с фотографическим отпечатком, сохранившимся в течение многих веков. Во всяком случае естествоиспытатели не поднимали вопроса о каких-либо отдаленных последствиях этих событий, если, конечно, не обращать внимание на то, что в некоторых эпизодах наблюдалось исчезновение более половины видов живых организмов, как, например, при ордовикско – силурийском (60%) или великом пермском (95%) вымираниях всех видов животного мира. Более того, последствия этих чрезвычайных событий оцениваются как положительные, поскольку на смену ушедших представителей животного и растительного мира приходили более приспособленные к изменившимся условиям виды живой материи, осуществляя, таким образом, общий прогресс в эволюции биосферы.

Общей мерой оценки потенциала того или иного процесса (или совокупности процессов) может служить энергия, которая реализуется указанным процессом. Использование энергии в качестве критерия оценки во многом упрощает сопоставление глубины наблюдаемой трансформации наблюдаемого объекта (в нашем случае литосферы) и прогноз изменения его характеристик. Примером этого служит приводимая ниже табл. 2 [4].

Таблица 2. Воздействие на литосферу и его последствия

Уровень воздействия	Энергия воздействия, Дж	Геодинамические признаки	Характеристика проявления воздействия
Низкий	менее 10^6	Особые геодинамические признаки отсутствуют	Наблюдаемые изменения не выходят за рамки естественных процессов и не приводят к заметным нарушениям привычных геоэкологических условий
Умеренный	$10^6 - 10^8$	проявление экзогенных геологических процессов	наблюдаются заметные, выходящие за рамки фоновых, изменения окружающей среды и геоэкологической обстановки, не требующие специальных мероприятий
Высокий	$10^8 - 10^{10}$	обширные проявления экзогенных геологических процессов	наблюдаемые изменения в геоэкологической обстановке требуют специальных мероприятий для предотвращения или уменьшения негативных последствий воздействия
Опасный	$10^{10} - 10^{18}$	проявления эндогенных геологических процессов	разрушительные и катастрофические изменения в окружающей среде, сопровождаемые гибелью людей и значительным материаль-

			ным ущербом
Импактное воздействие	$10^{17} - 10^{23}$		
Землетрясения	$10^{10} - 10^{18}$		
Вулканические извержения	$10^{15} - 10^{18}$		
Ядерные взрывы	$10^{14} - 10^{18}$		

Середина прошлого XX столетия, наравне с «великой индустриальной революцией», стала вехой в поступательном движении цивилизации – человек овладел атомной энергией. Новый вид энергии сначала, как это прослеживается красной нитью через всю историю человечества, был опробован в качестве средства уничтожения себе подобных, т.е. как оружие. Результаты, как известно, превзошли все ожидания. Суммарная мощность сброшенных в 1945 г. на японские города гг. Хиросиму и Нагасаки бомб составила приблизительно $1,51 \cdot 10^{14}$ Дж, что оказалось сопоставимы с наиболее серьезными природными катастрофическими проявлениями (см. табл. 2). Это, к счастью, был единственный случай боевого применения нового вида оружия («оружия массового уничтожения»). В дальнейшем осуществлялись только испытательные взрывы на специальных полигонах.

Приводимая табл. 2 показывает, как близко мы, люди, используя свой энергетический потенциал, подошли к возможности оказывать воистину «геологическое» воздействие на литосферу и не только на нее. Пока только подошли. Однако этого уровня энергетической оснащенности оказывается достаточно, чтобы некоторые виды техногенного (антропогенного) воздействия на литосферу относить к категориям высокого и опасного уровней. Отвечающие этим категориям воздействия трансформируют литосферу одномоментно (при непосредственном воздействии), но также создают предпосылки для формирования так называемых «отложенных последствий», наблюдаемых по прошествии иногда значительного времени. Речь в данном случае идет не только о испытательных (военных) подземных взрывах, но и использовании ядерных технологий в мирных целях в рамках Государственной программы «Ядерные взрывы для народного хозяйства».

Всего в Советском Союзе за период с 1965 по 1988 гг. согласно официальным данным было проведено 124 промышленных взрыва практически на всей территории государства. Суммарная мощность промышленных взрывов на территории РФ составила почти 749 кт в тротиловом эквиваленте ($31,42 \cdot 10^{14}$ Дж) [5].

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 сферическая полость. Для большинства грунтов взрывная полость оказывается неустойчивой, вследствие чего происходит обрушение кровли и полость заполняется обломками породы с высоким содержанием радиоактивных материалов. Над полостью образуется коническая фигура с вершиной, обращенной вниз, к очагу взрыва. Если взрыв происходит в скальных грунтах, находящихся под слоем осадков, то полость, образовавшаяся после взрыва, также заполняется обломками, оставляя на поверхности просевший кратер.

Обычно радиоактивные продукты подземного взрыва в начальный момент времени находятся в его центре (гипоцентре) в виде высокотемпературной плазмы. До обрушения образовавшейся полости все радиоактивные вещества находятся в ее объеме. После обрушения кровли газообразные радионуклиды могут распространяться вверх по пустотам столба обрушения, зоны дробления и через раскрытые трещины. В силу этого центральную зону подземного ядерного взрыва можно считать могилищем твердых и жидких радиоактивных отходов в глубоких геологических формациях, но не оборудованном инженерными барьерами, препятствующими поступлению радионуклидов в окружающую среду. Кроме того, из центральной зоны взрыва возможно распространение радионуклидов с потоком грунтовых вод

и поступление их на поверхность как при последующей разработке месторождения полезных ископаемых, так и в результате разрушения искусственных и естественных барьеров на путях возможной миграции флюидов. Следует иметь в виду также, что при проведении ядерных взрывов на месторождениях углеводородов, возможно радиоактивное загрязнение добываемых нефти и газа. Эти обстоятельства вызывают необходимость организации в местах проведения промышленных взрывов различного типа радиационно – гигиенического (эколого – геофизического) мониторинга в течение всего времени существования объекта – подготовки взрыва, эксплуатации объекта вплоть до его вывода из эксплуатации и конверсии.

Принято считать, что при подземном ядерном взрыве на большой глубине проникающая радиация поглощается грунтом, радиоактивные продукты взрыва остаются в полости и заполняющей ее толще разрушенной породы. Однако 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 надфоновые загрязнения вокруг скважин» [1, 2]. Временная неустойчивость полостей, образовавшихся вследствие подземных ядерных взрывов, дает основание предполагать, что со временем возможно формирование аналогичных локальных «надфоновых» аномалий радиоактивности, превышающих санитарные нормативные показатели. С течением времени проблема «отложенных последствий» ядерных взрывов вырисовывается все отчетливее. Речь идет, в частности и 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 ёмкостей уже пришлось замуровать. Место, где был когда – то произведён подземный атомный взрыв, фактически становится захоронением радиоактивных отходов. Правда, оно скрыто 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, мигрирующие грунтовые воды, подверженные коррозии трубы и обсадные колонны могут привести к распространению радионуклидов. Поэтому места взрывов законодательством определены как ядерные установки в стадии вывода из эксплуатации, что требует долговременного расходования средств для контроля их состояния и поддержания в надёжной изоляции.

Специалисты в области радиогеоэкологии склоняются к тому, что атомные взрывы оказались неприемлемыми для строительных работ на поверхности земли (строительство каналов, водохранилищ, насыпных плотин и т.д.), поскольку даже небольшое радиоактивное заражение местности «перевешивает» полезность достигаемых целей. В силу этого существует необходимость изучения радио геоэкологической обстановки во всех местах проведения ядерных взрывов как «военных», так и мирных. Особенно это важно для мест перспективного промышленного и градостроительного освоения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кульпинов С.Н. Подземный ядерный взрыв., 2003<http://gochs.info/p0989.htm> 06.03.2018
1. Мирные ядерные взрывы в СССР. <http://brodjagnik.livejournal.com/150000.html> обр. 20.05.2018
2. Пять самых массовых вымираний животных **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** 3.09.2018
3. Трофимов В.Т., Зиллинг Д.Г., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д., Харькина М.А. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза. М.: Изд– во «Ноосфера», 2006. 720 с.

УДК 550.4.08

ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИОННОГО ФОНА И ФАКТОРЫ ЕГО ТРАНСФОРМАЦИИ В НЕКОТОРЫХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ ЧЕРНОЗЕМЬЯ

*Ильяш В.В., Ильяш Д.В., vvikii@mail.ru, ldv98@mail.ru
Воронежский государственный университет, г. Воронеж.*

Аннотация: Приводятся данные по опытному радиогеологическому картированию с применением радиометра – дозиметра РКС – 107 по оригинальной методике, позволяющей измерять энергию гамма– излучения горных пород. Установлены её значимые различия для пород разного генезиса и минералогического состава. Сделан вывод о естественном радиационном фоне территории среднего течения бассейна р. Битюг, связанного с радиационными свойствами пород приповерхностного литологического массива.

Ключевые слова: источник, радиация, фон, трансформация, горнодобывающий район, Черноземье

Annotation: Data on experimental radiogeological mapping using the RKS – 107 radiometer–dosimeter using an original method that allows measuring the energy of gamma radiation from rocks are presented. Its significant differences for rocks of different Genesis and mineralogical composition are established. The conclusion is made about the natural radiation background of the territory of the middle course of the bityug river basin associated with the radiation properties of rocks of the near–surface lithological massif.

Key words: source, radiation, background, transformation, mining, Black Earth.

В геофизике за нормальное поле принимается расчетное для моделей Земли, а все реально существующие его вариации априори считаются аномалиями по той простой причине, что наши модели это всегда упрощение реальности. Так, например, обстоит дело с гравитационным, магнитным и тепловым полями. В принципе в этом ничего нет страшного. Не важно, какой уровень взять в качестве реперного, поскольку все системы отсчета относительные. Но вот для экологических целей такой подход сомнителен, по крайней мере, в отношении радиационного поля. Если вариации гравитационного и магнитного полей не очень обременительны для нас, то ионизационное является исключением, поскольку радиоактивный распад стали использовать для создания оружия массового поражения. Общепринято считать, что радиационный фон за счет испытаний во всех геосферах поднялся на более высокий уровень. Порог безопасности установлен в нашей стране в 30мкР/час. СанПин 2.6.1.2523 – 09 [1] предписывает не превышать годовую дозу облучения в 1мкЗв, но никто не знает величину естественного радиационного фона довоенного времени, которую следовало бы принять в качестве показателя нормы. Проблемы радиационного облучения тогда не существовало, и о коварстве радиации было известно лишь узкому кругу физиков– ядерщиков.

Достоверно известно, что естественная радиация сильно разнится по регионам Мира и основная причина в отличиях геологического строения. Если в Красноярском крае годовая доза равна 2,3 мкРЗв, то на знаменитых пляжах Гуанапари с монацитовыми россыпями в Бразилии уровень радиации 175 мкРЗв, а в районе радоновых горячих источников у городка Рам – Сер в Иране достигает 400мкРЗв. Таких примеров можно привести множество.

В данной статье её авторы делятся опытом радиогеологического картирования с оригинальной методикой использования радиометра – дозиметра РКС – 107 с работой на почве на третьем режиме при закрытой задней крышке, хотя её удаление регламентировано инструкцией, та как этот режим используется для регистрации альфа – частиц. С закрытой крышкой прибор регистрирует лишь энергию гамма – излучения. Однако данным способом

можно с успехом проводить детальное литологическое картирование приповерхностного массива горных пород, перекрытых растительно – почвенным покровом. Радиометрия в геологии дело не новое, но считалось, нецелесообразно её применять на территориях с мощным осадочным чехлом. Выяснилось также, что данный метод, в совокупности с другими традиционными, позволяет точно определить положение зон повышенной проницаемости, не только с явными, но и потенциальными проявлениями активных экзогенных, а порой и эндогенных геологических процессов. Поэтому методика может быть успешно применена в практике инженерно – геологических, инженерно – экологических и инженерно – сейсмологических изысканий, Обычно они объектные и проводятся в масштабах высокой детальности. Однако отсутствие геологических карт соответствующего масштаба снижает информативную ценность изысканий, соответственно и качество прогноза.

Достоинства метода в его простоте, оперативности измерений и довольно высокой чувствительности к вариациям петрографического состава, малой зависимости от климатических и погодных условий. Все эти преимущества выигрышны по сравнению с методами измерения радоновой активности, чем занимались ранее авторы на протяжении нескольких последних лет и потому имеют возможность сравнивать.

Ниже в таблице приводятся данные по замерам энергии гамма – излучения горных пород разного петрографического состава в массиве и штуфах из ряда горнодобывающих районов РФ (Воронежская, Белгородская, Липецкая области, республика Адыгея)

Таблица–1 Энергия гамма– излучения горных пород

Название породы	ЭГИ (МэВ)		Характер материала	Местонахождение
	штуф	в массиве		
Серентиниты		0,49– 0,54	обнажение	Адыгея
Амфиболиты	0,55– 0,63		валун морена	Воронежская область
Габбро	0,65		валун морена	Воронежская область
Плагииграниты		1,10	обнажение	Адыгея
Плагиигранито– гнейсы	0,95– 1,05		валун морена	Воронежская область
Аплиты		1,30	обнажение	Адыгея
Граносиениты	0,91;0,95;1,25; 1,27;1,19		отсыпка	Павловский карьер
Песчаники шокшинские	0,67;0,67; 0,68;0,67;0,63		плитняк	Воронежская область
Кварцито– песчаники	0,59;0,55;0,65; 0,65;58		Отвалы карьера	Белгородская область
Железистые кварциты эгириновые	0,7;0,73; 0,77;0,76; 0,75		Отвалы карьера	Белгородская область
Углеродистые сланцы	1,1– 1,3		Отвалы карьера	Белгородская область
Доломиты	0,70		карьер	Липецкая область
Мел	0,55– 0,58		карьер	Воронежская область
Пески аллювиальные		0,45– 0,65	карьер	Воронежская область
Глины		0,68– 0,9	карьер	Воронежская область

Анализ данных этой таблицы показывает, что метод позволяет различать породы по радиационным свойствам, обусловленным разными содержаниями в них минералов с радиоактивными элементами. Максимальными значениями энергии гамма излучения из группы магматических пород отличаются разности кислого состава и особенности повышенной щелочности (жильные аплиты, граносиениты), а минимальными – ультраосновные. Из метаморфических пород высокими значениями отличаются высокоуглеродистые сланцы, а низкими – амфиболиты. Из осадочных наиболее радиоактивны глины и особенно гидрослюдистого состава, а менее всего песчаники, пески, известняки, мел

(то есть мономинеральные породы). Появление примеси песка в глинистых отложениях заметно снижает их радиоактивность. Это можно использовать для расчленения мощных «немых» песчано – глинистых толщ, характерных для Русской платформы.

Полученные данные вполне согласуются с известными геохимическими особенностями охарактеризованных выше пород. Что касается проницаемых зон, трассируемых активными экзогенными процессами (карст, эрозия, суффозия, оползни), они также отличаются повышенными значениями данного параметра радиоактивности (0,9 – 1,2мэв), и практически независимо от состава литологического массива. Вероятнее всего это связано с дегазацией радона. Ранее нами это было зафиксировано на ряде объектов подобного рода [2].

Выявленные закономерности были использованы при проведении опытного картирования в Аннинском района в бассейне р.Битюг, на площади, где в кристаллическом фундаменте залегают интрузии с рудными проявлениями, перспективными на никель, медь, кобальт и платиноиды. По геологическим данным эти проявления второй значимости после Новохоперских месторождений. Сгущения интрузий в районе с. Садовоев соответствии с механизмом изостазии выражено в ландшафте депрессией с вложенной в неё долиной р. Битюг. Эта депрессия обозначилась вложенными обширными аллювиальными полями песчаных отложений четвертичного возраста с низкими значениями энергии гамма – активности (0,5 – 0,65). Водораздельное пространство правого коренного берега покрыто плащом моренных суглинками с заметно более высокими и выдержанными значениями этого параметра (0,8 – 0,88мэв), Склоны долины характеризуются промежуточными значениями, что связано с более легким составом склоновых суглинков. Таким образом, данная методика отражает не только геологическую составляющую ландшафта, но и геоморфологическую. Более того она позволяет дифференцировать по латерали и почвенный покров с разным литологическим субстратом.

В районе с. Димитрова возле районного центра п.г.т Анна с применением данного метода нами обследована площадь, которая ранее после Чернобыльской аварии была признана загрязненной. Однако результаты обследования вкупе с анализом картографических материалов, позволяют вполне обоснованно утверждать, что повышенный радиоактивный фон здесь на самом деле природный и никак не связан с этой аварией.

Для изучения возможных изменений параметра с возрастанием глубины в районе с. Старая Тойда на отметке 138м с превышением относительно поймы р.Тойда на 40 м. была пробурена скважина глубиной в 61 м. (рис.1). Вскрытый разрез представлен чередующимися песчано – глинистыми отложениями, дифференцированными по гранулометрическим показателям и цветовым оттенкам, обусловленными сменой во времени окислительно – восстановительных условий, изменчивой динамикой водной среды осадконакопления, разным содержанием органического вещества. Выделенные литологические разности заметно дифференцированы и по энергии гамма – излучения с теми же уровнями и вариациями, которые характерны для поверхностных условий (рис.1). Это позволяет допустить отсутствие влияния на радиационный фон техногенных источников, что маловероятно для таких глубин.

Глуб м 0	Абс. отн 138	Слои	Колонка	ЭГИ (мэв)	Породы	Стратигр индекс
		1		0,80	почва	
2	136	2		0,77	бурые суглинки	pd IV
4	134					
6	132					
8	130					
10	128	3		0,69	супесь св.желтая обводненная	al III
12	126	4		0,80	Глина зел.серая	
14	124	5		0,83	глина красно-коричн.	
16	122	6		0,72	Глина насыщенная мелкими обломочками метаморф. пород	
18	120					
20	118					
22	116					
24	114	7		0,60	Супесь зеленовато-желтая	
26	112					
28	110					
30	108					
32	106	8		0,76	Глина коричневая	
34	104	9		0,75	Глина св.коричн.	
36	102	10		0,83	Глина почти черная	
38	100	11		0,75	Глина зеленовато-серая	
40	98					
42	96					
44	94					
46	92	12		0,80	Глина т.серая	
48	90	13		0,81	Глина темно-коричневая	
50	88					
52	86					
54	84					
56	82	14		0,72	Глина св. коричневая	al IV
58	80	15		0,81	Глина ржаво-желтая	
60	78	16		0,75	Глина серая	
61	77	17		0,64	Супесь	
		18		0,72	Глина с. серая	
		19		0,67	Водонасыщенная песчанистая глина	
		20		0,75	Глина коричнево- красная	
		21		0,68	Глина сине-зеленая песчанистая	
		22		0,45 -0,55	Пески светло-серые мелкие	

Рис.1 – Литологическая колонка по разрезу скважины

Установлена значимая корреляционная зависимость между МЭД в воздухе на высоте 1 м и энергией гамма – излучения пород. Это позволяет сделать вывод о том, что неоднородности радиационного фона на обследованной территории, обусловлены в первую очередь литологическим основанием ландшафта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.6.1.2523– 09. Нормы радиационной безопасности (НРБ– 99/2009). М., 2009.
2. Ильяш В.В. Анализ причин неоднородностей и временных вариаций радонового поля в ландшафтах центрального Черноземья/В.В.Ильяш; Дм.В. Ильяш. Вестник Воронежского государственного университета. Серия Геология, №4 2018. 85– 89 с.

УДК 574

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГО– ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ЧАСТИ ЛИТОСФЕРЫ ГУБКИНСКО– СТАРООСКОЛЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА

*Косинова И.И., Попов В.И. *Kosinova777@yandex.ru
ФГБОУ ВО ВГУ, ВГМУ**

Аннотация: В статье представлены результаты исследований уровней преобразования эколого– геохимической функции приповерхностной части литосферы в пределах Губкинского– Старооскольского горнопромышленного района по содержанию тяжелых металлов ведущих классов опасности. Выявлено, что практически вся площадь исследуемого района загрязнена такими тяжелыми металлами, как кобальт, молибден, цинк, бор. К основным источникам воздействия отнесены буровзрывные работы на карьерах, деятельность хвостохранилищ, перерабатывающие предприятия. Прибортовая зона карьеров, радиусом 550 метров, оценивается по категории экологического бедствия. По уровням негативного воздействия источники выстроены в ряду: прибортовая часть карьеров (радиус 550) > зона влияния хвостохранилища > перерабатывающие предприятия.

Ключевые слова: горнопромышленный комплекс, карьер, хранилище отходов, перерабатывающие предприятия, загрязнение, тяжелые металлы.

ANALYSIS OF THE FEATURES OF THE MAN– MADE TRANSFORMATION OF THE ECO– GEOCHEMICAL FUNCTION OF THE PRE– SURFACE PART OF THE LITHOSPHERE OF THE GUBKINSK– STARO– SKOLY INDUSTRIAL DISTRICT

Kosinova I.I., Kosinova777@yandex.ru Popov V.I.
FSBEO VSU, USMU**

Annotation : In the article presents the results of studies of the levels of transformation of the ecological and geochemical function of the near– surface part of the lithosphere within the Gubkin– Staro– Skogol mining region in the content of heavy metals of leading classes of danger. It was revealed that almost the entire area of the study area is contaminated with such heavy metals as cobalt, molybdenum, zinc, boron. The main sources of impact include drilling operations at quarries, tailings facilities, processing plants. The quarry zone, with a radius of 550 meters, is assessed by the category of environmental disaster. According to the levels of negative impact, the sources are lined up: the instrumentation part of the quarries (radius 550) > zone of the impact of tailings > processing plants.

Keywords: mining, quarry, waste storage, processing plants, pollution, heavy metals.

Белгородская область является одной из наиболее развивающихся областей РФ. В ее пределах функционирует около 200 крупных промышленных предприятий. Структурообразующей в промышленном плане является горнодобывающая и перерабатывающая отрасли промышленности, которые представлены комплексным Губкинско – Лебединским горнопромышленным районом (ГПР). Он входит в структуру Курской магнитной аномалии, которая является крупнейшим железорудным месторождением мира. Основой данного ГПР являются Стойленское и Лебединское месторождения железистых кварцитов, отрабатываемых открытым способом. Среднее содержание железа в разных типах вмещающих пород варьирует от 32 до 66%. В структуру ГПР входят также 27 промышленных предприятий. Среди них: мощное перерабатывающее предприятие – Оскольский электрометаллургический комбинат, объединение строительных материалов, предприятие по производству стекла, механический завод, предприятия по переработке аграрной продукции и др.

В целом, структуру техногенной нагрузки района можно подразделить на три блока: комплексный, горнодобывающий, перерабатывающий. Активное техногенное освоение территории представлено в цифрах нарушения земель, оно составляет более 90 % при допустимой величине предельного уровня – 70%. Такой высокий уровень техногенного нарушения земель связан с величиной суммарного валового выброса вредных веществ, который составляет около 100 тыс.т в год.

Атмосферные выбросы данного комплекса дифференцируются по промплощадкам:

- карьер – пылевывбросы при буровзрывных работах, в процессе пыления отвалов вскрышных пород, пыление при передвижении тяжелого автотранспорта;
- карьерная промплощадка является как источником пыления при дроблениях пород различного уровня, так и источником газовых выбросов;
- фабричная промплощадка характеризуется пылегазо выбросами через трубы различного диаметра и высоты.

Максимальный уровень загрязнения всех компонентов окружающей среды фиксируется в районе карьера. Его прибортовая часть, располагающаяся в радиусе 550 м, является зоной экологического бедствия. Здесь имеет место наиболее интенсивное изменение атмосферы, выражающееся в формировании щелочной реакции среды (рН=8,5), способствующее интенсивной миграции ряда тяжелых и редких металлов. Наиболее широкий спектр элементов – примесей отмечен в сланцах. Здесь встречается молибден, кобальт, цинк, свинец. При отработке карьера буровзрывным способом перемещенные из недр в атмосферу элементы мигрируют в виде тонкой пыли и водных коллоидов. Они не характерны для приповерхностной и поверхностной части, формируют устойчивые химические аномалии во всех компонентах окружающей среды.

Таблица 1 – Среднее содержание элементов примесей в различных типах железисто–кремнисто–сланцевых пород (г/кг)

Элементы	Типы пород			
	Кварциты			
	Сланцы	Безрудные	Щелочноамфиболо–магнетитовые	Куммингтонит–магнетитовые
Марганец	2	2	1	0,7
Титан	3,5	0,5	0,03	0,038
Ванадий	0,12	0,005	0,006	0,006
Медь	0,2	0,05	0,05	0,05
Никель	0,06	0,008	0,004	0,005
Хром	0,05	0,02	0,02	0,02
Барий	0,8	0,2	0,2	0,2
Цирконий	0,2	0,05	0,03	0,06

Интерпретация полученных данных производилась с учетом приуроченности различных элементов к фракциям пыли от 1 до 0,1 мм и менее 0,1 мм. Выявлено, что к песчаным частицам приурочены молибден, стронций, барий, частично медь, олово, титан. Данное обстоятельство поясняет насыщение перечисленными элементами прибортовых и бортовой зон влияния карьера. Для тонких фракций (< 0,1 мм) характерны высокие концентрации титана, ванадия, свинца, марганца, меди, вольфрама. Такие элементы как хром, сурьма, цинк, цирконий, ниобий равномерно встречаются во фракциях различного диаметра [1].

Геохимические особенности железисто – кремнисто – сланцевых пород месторождения представлены в таблице–1[2].

Химические элементы по фациальному профилю железисто – кремнисто сланцевой формации расположены упорядочено. Максимальные концентрации компонентов отмечаются в глинах (сланцах). Сокращение дисперсного материала в рудных фациях является результатом низкого содержания в них тяжелых металлов и редких земель. В ряду магнетитовые кварциты – магнетит – железослюдковые отмечается тенденция к снижению содержания микроэлементов. Среди элементов – примесей имеют место марганец, титан, барий, ванадий, германий, никель, хром, медь, стронций, цирконий. Они, как правило, не образуют собственных минералов, входят в кристаллические решетки в качестве изоморфных примесей.

В рамках выполнения гранта РФФИ по теме «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов» (№ 20– 55– 00010) был выполнен комплекс эколого – геологических исследований, который включал отбор проб почв и приповерхностных отложений. По результатам количественного спектрального анализа отобранных проб были построены карты, демонстрирующие степень преобразования эколого – геохимической функции литосферы в пределах Губкинского – Старооскольского промышленного района (Рис.1). Для анализа использовались элементы ведущих классов опасности. Среди них: свинец, цинк, медь, хром, кобальт, молибден и бор.

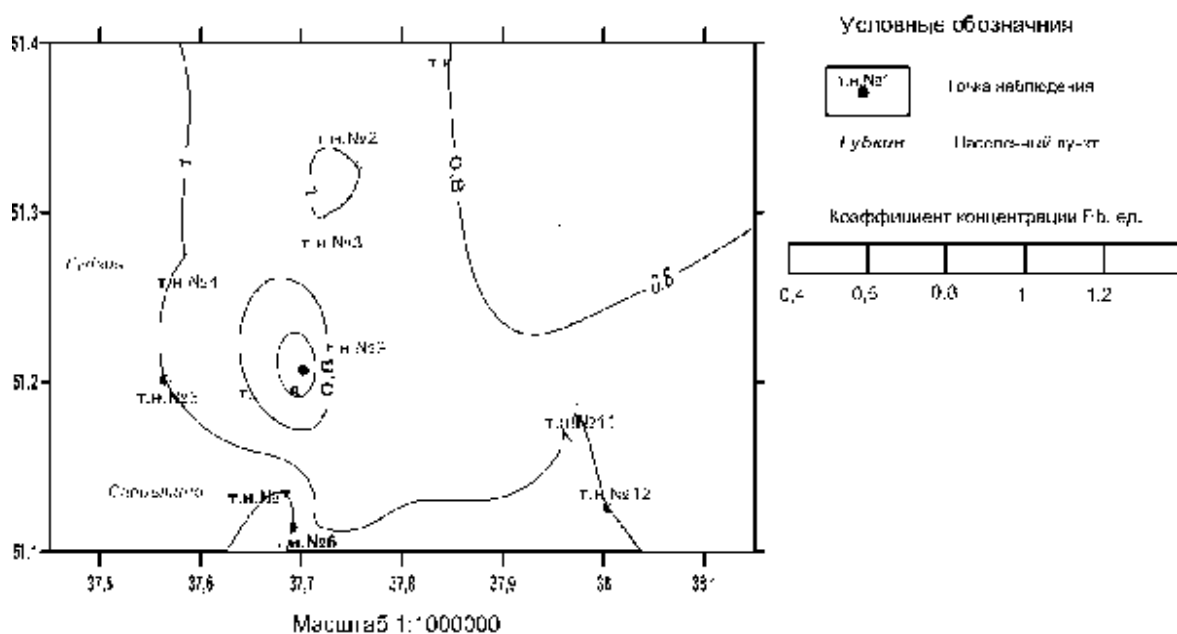


Рис.1– Эколого– геохимическая оценка Губкинского – Старооскольского промышленного района по содержанию свинца.

Карты построены по величинам коэффициентов концентраций, отнесенных к величинам ПДК. Загрязнение свинцом носит локальный характер. Зафиксировано в восточной и южной частях ГПР, в пределах которых размещаются перерабатывающие предприятия. Превышения относительно ПДК составляют 0.2 – 0.4 единицы. Загрязнение почв и приповерхностных отложений цинком представлено более интенсивно, составляет

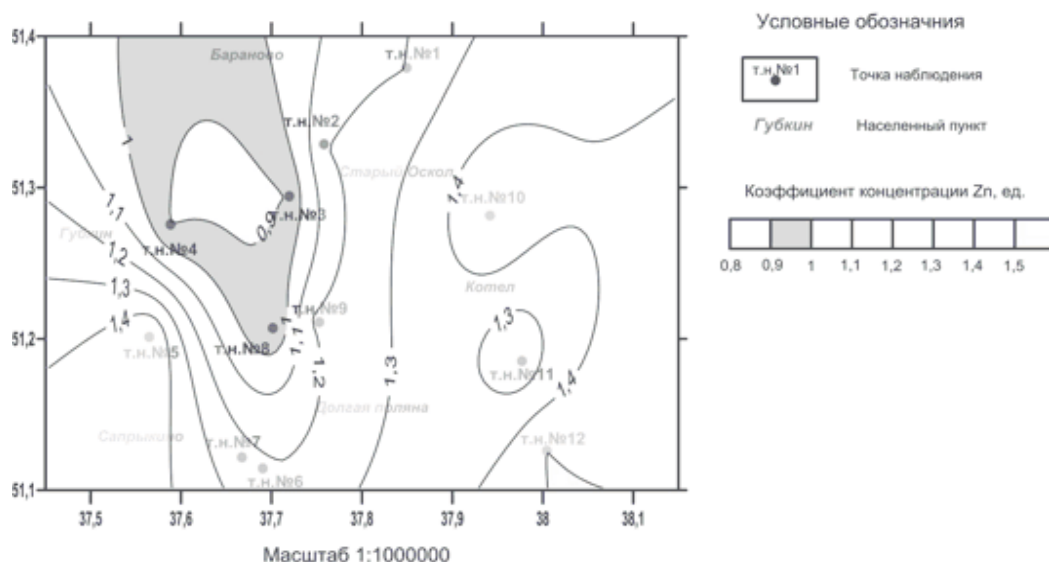


Рис.2 – Эколого– геохимическая оценка Губкинско – Старооскольского промышленного района по содержанию цинка

около 80% исследуемого района. Превышения относительно ПДК достигают 0,6 единиц Кк и характерны для западной и южной частей района, для которых характерно размещение хвостохранилищ и перерабатывающей промышленности. В частности – Оскольского электрометаллургического комбината.

Аналогичная ситуация по трансформации эколого – геохимической функции приповерхностной части литосферы наблюдается по таким элементам, как кобальт, молибден и бор. Максимальные концентрации загрязнения почв молибденом (Рис.3)

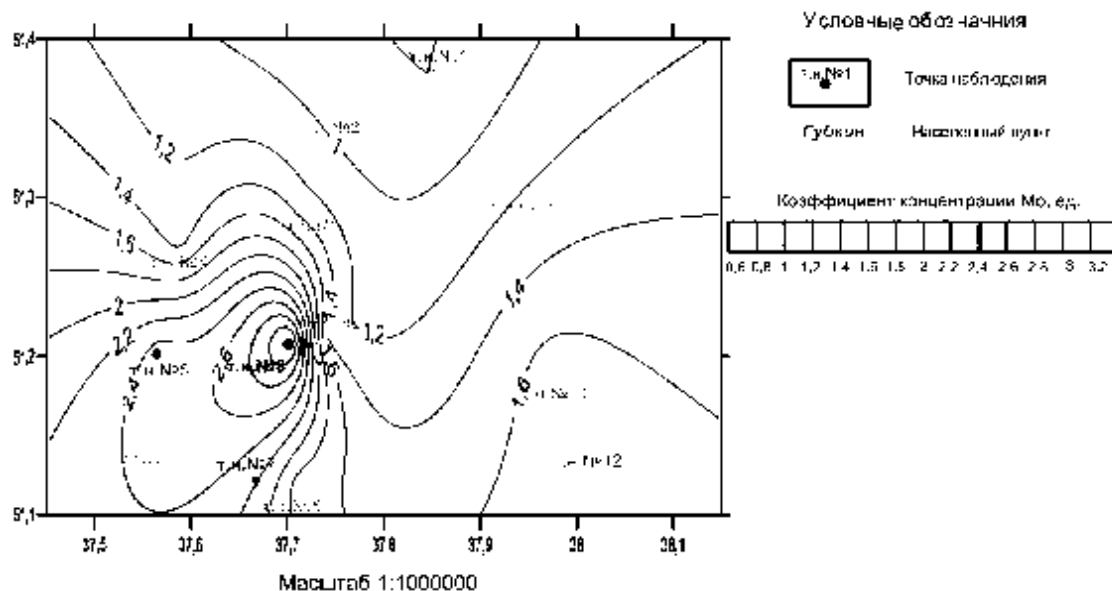


Рис.3 – Эколого– геохимическая оценка Губкинско – Старооскольского промышленного района по содержанию молибдена

характерны для зон влияния хвостохранилищ Лебединского и Стойленского ГОКов. Коэффициенты концентрации здесь достигают 3.5. Характерным является практически полное покрытие загрязнением всей территории исследуемого района. Более благоприятная ситуация зафиксирована по содержанию меди и хрома, здесь коэффициенты концентраций изменяются от 0.8 до 1.1. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Деятельность горнопромышленных комплексов оказывает дифференцированное воздействие на эколого– геохимические функции приповерхностной части литосферы.

2. Максимальные уровни преобразования фиксируются в 550 – метровой прибортовой зоне карьеров, которая оценивается по уровню экологического бедствия. Концентрация отдельных элементов в пыли буровзрывного облака зависит от ее гранулометрического состава. Выявлено, что к песчаным фракциям приурочены молибден, стронций, барий, частично медь, олово, титан. Для тонких фракций (< 0,1 мм) характерны высокие концентрации титана, ванадия, свинца, марганца, меди, вольфрама.

3. Для территории Губкинского – Старооскольского горнопромышленного района выявлено умеренно опасное загрязнение приповерхностных отложений цинком, кобальтом, молибденом, бором.

4. Сравнительный анализ негативного воздействия структурных элементов техносферы Губкинского – Старооскольского района позволил произвести построения следующего ряда: прибортовая часть карьеров (радиус 550)> зона влияния хвостохранилища > перерабатывающие предприятия. Однако следует подчеркнуть, что по величине площадей воздействия перерабатывающие предприятия (Оскольский электрометаллургический комбинат) нередко занимают лидирующие позиции.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 20– 55– 00010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика). / Под ред. И.И. Косиновой – Воронеж: изд-во Областная типография.. им. Болховитинова 2015. – 576 с

2. Соколов Н.А. и др. Геологический отчет о геологической съемке и глубинном геологическом картировании масштаба 1:50 000 Старооскольского железорудного района КМА // Листы М– 37– 27– Б, 28– А). Белгородская ГРЭ. 1977. – 205 с.

УДК 504.75 + 624.131

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ГОРНО – ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССИИ

*Красовская И.А. *, Галкин А.Н. *, Павловский А.И. ***

iakrasovskaya@yandex.ru, galkin– alexandr@yandex.ru, aipavlovsky@mail.ru

**Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, г. Витебск,
Белоруссия,*

***Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Белоруссия*

Аннотация: Проанализирована деятельность предприятий горнодобывающей и горно– перерабатывающей промышленности Республики Беларусь, показаны примеры техногенных преобразований геологической среды при их функционировании.

Ключевые слова: горнодобывающая и горно– перерабатывающая промышленность, полезные ископаемые, горные породы и грунты, подземные воды, загрязнение, процессы.

TRANSFORMATION OF THE ECOLOGICAL FUNCTIONS OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF MINING AND MINING PROCESSING AREAS OF THE TERRITORY OF BELARUS

*I.A. Krasovskaya *, A.N. Galkin *, A.I. Pavlovsky ***

iakrasovskaya@yandex.ru, galkin_alexandr@yandex.ru, aipavlovsky@mail.ru

** Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Belarus,*

*** Gomel State University named after F. Skorina, Gomel, Belarus*

Annotation: The activity of the enterprises of the mining and mining– processing industry of the Republic of Belarus is analyzed, examples of technogenic transformations of the geological environment during their functioning are shown.

Key words: mining and processing industry, minerals, rocks and soils, groundwater, pollution, processes.

Деятельность горнодобывающей и горно – перерабатывающей промышленности на территории Республики Беларусь является существенным фактором трансформации геологической среды и ее экологических функций (главным образом, геохимической, геодинамической и ресурсной). Это в первую очередь относится к верхним горизонтам литосферы, которые в результате добычи и переработки полезных ископаемых практически полностью трансформируются. Предприятия данных отраслей промышленности в стране не занимают сколько – нибудь значительных площадей. Формирование их связано с разработкой полезных ископаемых, общее количество месторождений которых в республике насчитывает около 5 тысяч [1]. Выявлено и разведано около 30 видов полезных ископаемых, среди которых наиболее важными являются калийные и каменные соли, нефть и газ верхнего девона, строительные материалы, представленные горными породами различного возраста, верхнеплейстоценовые сапропель, торф и др.

Эти предприятия представляют собой комплексы карьерных, шахтных, нефтепромысловых и других хозяйств, объединенных в единую инфраструктуру. Практически вокруг каждой крупной горной выработки формируется локальное хозяйство, а на нефтепромыслах – даже комплексы локальных хозяйств, связанных широкой сетью дорог и трубопроводов. Функционирование глубоких карьеров и шахт обычно требует складирования в отвалы больших объемов пустой породы, создания мощных и сложных дренажных систем. Нередко в районах добычи осуществляется первичная переработка полезных ископаемых, работают горнообогатительные комбинаты, значительные площади заняты хвостохранилищами и шламонакопителями.

Из всех существующих на территории страны предприятий горнодобывающей и горно – перерабатывающей промышленности наибольшее воздействие на геологическую среду оказывает деятельность Солигорского горнопромышленного района (ГПР) ОАО «Беларуськалий», разрабатывающего Старобинское месторождение калийных солей. На базе месторождения созданы и работают 4 рудоуправления, состоящих из рудников и обогатительных фабрик. Добыча руды производится шахтным способом, отходы производства складированы в отвалах и шламохранилищах. Ежегодно на земной поверхности формируется около 20 млн т твердых галитовых отходов и около 2,2 млн т шламов. За все время эксплуатации месторождения накопилось около 1 млрд т твердых отходов на площади свыше 550 га и более 65 млн т жидких глинисто– солевых шламов на площади 950 га [1, 2].

По уровню техногенного преобразования геологической среды шахтно– отвальное производство относится к числу наиболее средотрансформирующих в Белоруссии. Если оценивать уровень такой трансформации лишь объемами горных пород, перемещенных на единицу площади, то соответствующий коэффициент для Солигорского горнопромышленного района может превысить 10 млн м³/км² при среднем значении этого показателя для республики 120–170 тыс. м³/км² [2].

Однако воздействие калийного производства на геологическую среду не ограничивается изъятием и преобразованием грунтовых толщ. К негативным последствиям техногенеза на территории размещения этого вида производства необходимо отнести также образование мульд оседания (рис. 1), подтопление территории, загрязнение грунтов и подземных вод.

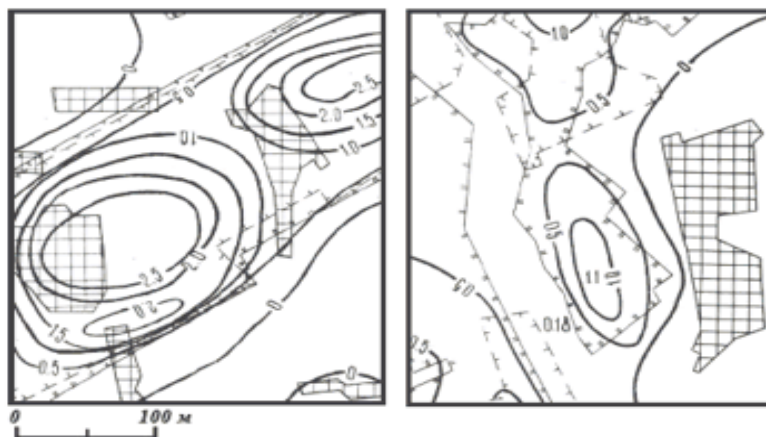


Рис. 1. – Схемы оседания земной поверхности на территории Солигорского промышленного района (по [2])

Например, ширина мульд оседания на отдельных участках Солигорского ГПР достигает 100–300 м при глубине 1–3 м и более и крутизне склонов 3–4° (рис. 1). В таких депрессиях часто развивается заболачивание [3]. В районах солеотвалов и шламохранилищ сформировалась зона хлоридно–натриевого засоления (рис. 2). Здесь минерализация грунтовых вод достигла 80–160 г/дм³, а в некоторых случаях и 200 г/дм³. Имеет место тенденция увеличения площади ореола загрязнения со скоростью до 85 м/год. По этой причине еще в конце 1970–х годов был ликвидирован ряд водозаборных скважин 1–го и 3–го рудоуправлений [2].



Рис. 2 – Схема движения загрязненных подземных вод на участках размещения рудоуправлений №№ 1 и 3 ОАО «Беларуськалий» (по [4]): 1 – солеотвалы; 2 – наблюдательная скважина и ее номер; 3 – направление потока загрязненных вод: а – выявленное, б – предполагаемое; 4 – водопроницаемые пески(а), слабопроницаемые породы (супеси, суглинки, глины)(б); 5 – границы: а – геологических подразделений, б – между проницаемыми и непроницаемыми породами

Складирование в отвалы больших объемов отходов калийного производства над подработанными шахтными полями Солигорского ГПР из-за нарушения изостатического равновесия в земных недрах стало, по всей вероятности, одной из причин повышения сейсмичности территории. В районе Солигорска фиксируется до сотни сейсмических толчков в год, причем некоторые из них иногда составляют 4–5 баллов [5].

Широким распространением на территории республики пользуются карьерно-отвальные предприятия, формирующиеся в местах разработки открытым способом сырья для строительных материалов. Это легкоплавкие глины и суглинки (около 500 месторождений), песчано-гравийно-галечные материалы (100), силикатные и строительные пески (20), цементное (13), известковое (50) сырье, строительный камень (4) [2].

Сырье такого типа содержится главным образом в четвертичных отложениях и связано с ресурсами природных ландшафтов. Особенно много его в пределах краевых ледниковых гряд и возвышенностей, моренных, озерно-ледниковых и водно-ледниковых равнин.

Организация и функционирование карьерно-отвальных производств приводит к существенному изменению геологической среды. Эти изменения проявляются уже во внешнем облике территории размещения предприятий, в их рельефе. Создаются глубокие карьеры, формируются большие объемы техногенных грунтов – отвалы вскрышных пород. В бортах карьеров и на отвалах часто развиваются гравитационные процессы, иногда масштабных по объемам. В качестве примера можно отметить карьер «Гралево» по добыче верхнедевонских доломитов в окрестностях Витебска. Вскрыша здесь представлена поозерскими и днепровскими моренными глинистыми грунтами, перекрытыми голоценовыми аллювиальными песками общей мощностью 10–20 м. Приуроченность к вскрыше грунтовых вод, выветрелость моренных отложений, крутые склоны (до 50°) обусловили здесь широкое развитие обвалов и оползней [2, 6] с объемами от нескольких сотен до тысяч м³ перемещенных грунтовых масс.

Оползни часто возникают и на отвалах вскрышных пород, они часто имеют небольшие размеры и объемы, но иногда способны захватывать обширные участки. Так, в ноябре 1998 г. из-за продолжительных дождей сполз обширный массив грунта, имевший в поперечнике около 70 м, при высоте смещения до 10 м. Этим оползнем было перемещено порядка 20 тыс. м³ грунтовых масс. В результате были уничтожены частные строения, расположенные вблизи отвалов [6]. Другим примером активизации гравитационных процессов является карьер «Микашевичи» по добыче строительного камня (гранитов, диоритов, габбро, гнейсов AR-PR₁) в Брестской области.

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых нередко сопровождается сосредоточенным водоотбором. При этом водоотливы из карьеров создают общее снижение уровней взаимосвязанных водоносных горизонтов, образующих депрессионные воронки с радиусами, исчисляемыми километрами. В результате иссякают колодцы, скважины, пересыхают малые реки и водоемы, болота, становятся источниками питания подземных вод крупные речные водотоки, дренирующие их в естественных условиях. Так, к примеру, практика эксплуатации карьера «Микашевичи» свидетельствует о том, что постоянный водоотлив, превышающий нередко 60 тыс. м³/сут., из-за значительных водопритоков в карьер из подземных водоносных горизонтов (в среднем 43,4 тыс. м³/сут., а в периоды ливневых осадков – до 420 тыс. м³/сут. и более) существенным образом изменил гидродинамические параметры последних, повлек за собой преобразования химсостава подземных и карьерных вод, нарушил гидрологический режим на прилегающих территориях. Образовавшаяся в результате водоотлива воронка депрессии снизила уровень грунтовых вод (УГВ) в 1998 г. на расстоянии 2 км от карьера на 11 м, а на расстоянии 3 км – на 2 м [7]. Это привело к исчезновению двух малых рек на прилегающей территории. Аналогичная ситуация сложилась и на месторождении доломитов «Гралево». Мощный, свыше 370 тыс. м³/сут. водоотлив подземных вод верхнедевонского комплекса привел к снижению пьезометрических уровней в радиусе 10 – 12 км, что повлекло за собой исчезновение

меженного стока реки Витьба на десяти километровом участке и выход из строя ряда водозаборных скважин в близ расположенных населенных пунктах [6].

Подобные процессы и явления можно наблюдать и в других карьерах. К примеру, в меловых карьерах у г. Кричев Могилевской области, п. Красносельский Гродненской области, на месторождениях «Грандичи» близ г. Гродно, «Коммунарское» в Костюковичском районе Могилевщины, ряде разработок месторождений песчано – гравийных грунтов в Минском и Логойском районах Минской области и др.

Интенсивная трансформация компонентов геологической среды происходит и при разведке и эксплуатации месторождений нефти, которых насчитывается в республике 85, из них

58 находятся в разработке. В настоящее время на территории страны в процессе освоения данных месторождений в разной степени нарушено и загрязнено более 700 га земель. Здесь сформировались ореолы загрязнения грунтов и подземных вод Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} , поверхностно– активными веществами, нефтепродуктами и другими компонентами (рис. 3). При этом участки загрязнения могут занимать площади от 0,1 до 4,0 га, а глубина миграции поллютантов за несколько лет может достигать 35–40 м [2, 3]. В качестве основных источников загрязнения компонентов геосреды здесь часто выступают сточные воды, буровой шлам и другие отходы бурения, складированные в амбарах, нефтяные проливы. Нередко с добычей нефти связано проседание земной поверхности (по данным повторных нивелировок на нефтяных месторождениях Белоруссии, скорость опускания дневной поверхности может достигать 10 мм/год), что способствует развитию процессов заболачивания [2].

Существенная трансформация геологической среды происходит также при разработке торфяных месторождений. За последние полвека в Белоруссии торфоразработками нарушено более 1,3 тыс. месторождений торфа общей площадью свыше 300 тыс. га [3].

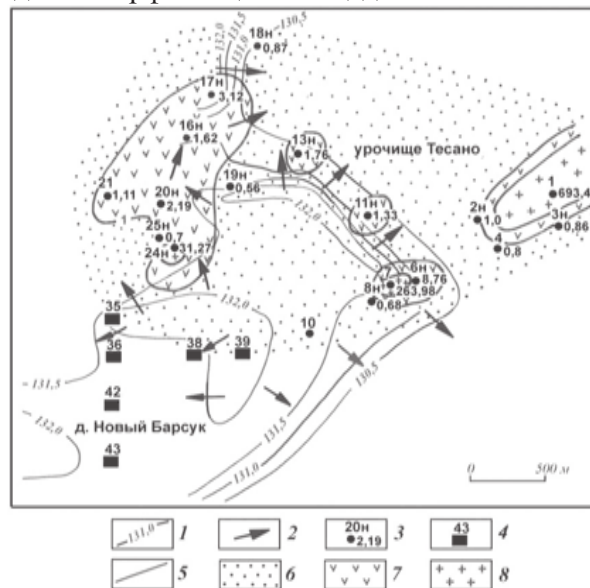


Рис. 3 – Схематическая карта загрязнения грунтовых вод нефтепродуктами на Барсуковском нефтяном месторождении Гомельской области (по [2]): 1 – гидроизогипсы; 2 – направление движения грунтовых вод; 3 – наблюдательная скважина: сверху – ее номер, справа – содержание нефтепродуктов, мг/дм³; 4 – колодец и его номер; 5 – изолинии содержания нефтепродуктов. Содержание нефтепродуктов, мг/дм³: 6 – 0,5–1,0; 7 – 1,0–25,0; 8 – более 25,0.

Таким образом, проанализировав современную ситуацию функционирования предприятий горнодобывающей и горно – перерабатывающей промышленности Республики Беларусь, можно сделать вывод, что их воздействие на геологическую среду велико и многогранно и приводит к трансформации всех ее компонентов. Особенно усугубляется ситуация, когда на одной относительно небольшой территории расположено несколько горнодобывающих и перерабатывающих объектов. В результате образуются разнотипные

отходы производства, формирующие мощные зоны воздействия на компоненты геосреды, имеющие ярко выраженные геохимические, геодинамические и ресурсные особенности, отражающие специфику добываемого и перерабатываемого сырья.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта БРФФИ №X20P—284

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галкин, А.Н. Литотехнические системы Белоруссии: закономерности функционирования, мониторинг и инженерно– геологическое обоснование управления: дис. ... докт. геол.– минер. наук: 25.00.08 / А.Н. Галкин. – М., 2014. – 401 с.
2. Галкин, А.Н. Особенности функционирования литотехнических систем территории Белоруссии / А.Н. Галкин, В.А. Королев // Инженерная геология. – 2014. – №4. – С. 28–44.
3. Галкин, А.Н. Трансформация компонентов природной среды территорий горнопромышленных районов Беларуси / А.Н. Галкин, И.А. Красовская // Сергеевские чтения. Эколого– экономический баланс природопользования в горнопромышленных регионах: сб. науч. тр. (по матер. годичной сессии Научн. совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (2–4 апреля 2019 г.)) / под ред. В.И. Осипова [и др.]; Перм. гос. нац. исслед. ун– т. – Пермь, 2019. – Вып. 21. – С. 162–166.
4. Губин, В.Н. Экология геологической среды / В.Н. Губин, А.А. Ковалев, С.А. Сладкопечев, М.Г. Ясовеев. – Минск: БГУ, 2002. – 120 с.
5. Галкин, А.Н. Инженерная геология Беларуси: в 3 ч. / А.Н. Галкин, А.В. Матвеев, А.И. Павловский, А.Ф. Санько. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2017. – Ч.2: Инженерная геодинамика Беларуси / под науч. ред. В.А. Королева. – 452 с.
6. Галкин, А.Н. Инженерная геология Беларуси. Основные особенности пространственной изменчивости инженерно– геологических условий и история их формирования / А.Н. Галкин, А.В. Матвеев, В.Г. Жогло. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2006. – 208 с.
7. Ясовеев, М.Г. Геоэкологические проблемы разработки Микашевичского месторождения строительного камня / М.Г. Ясовеев, Ю.А. Гледко // Вестн. Белорус. гос. ун– та. Сер.2. – 2001. – №2. – С. 71–76.

УДК 504.3.054 (470.21)

МЕТЕОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОНЧЕГОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Кульнев В.В. 1, Кизеев А.Н. 2, Кульнева Е.М. 3

¹Центрально– Черноземное межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, г. Воронеж, Российская Федерация

²ФГУП Научно– исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико– биологического агентства, г. Санкт– Петербург, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация: В России источником интенсивного загрязнения окружающей среды являются в ряду прочих предприятия металлургической отрасли отечественной тяжелой промышленности. Строительство большинства из них пришлось на первую половину

прошлого века, когда вопросы природоохранной деятельности предприятий в лучшем случае были второстепенными. В настоящем исследовании проведена пространственно – временная интерпретация данные о химическом составе атмосферных осадков в зоне влияния металлургического комбината и за ее пределами. Показано, что при удалении от промышленной площадки происходит закономерное изменение химического состава и реакции среды метеорных осадков. Отмечена роль закисления осадков в изменении содержания тяжелых металлов в снеговых отложениях.

Ключевые слова: атмосферные осадки, газоочистные установки, источник загрязнения атмосферы, ключевая площадка, поллютанты.

METEOINDICATION OF POLLUTION MONCHEGORSK ORE DISTRICT

V.V. Kulnev¹, A.N. Kizeev², E.M. Kulneva³

¹Central Black Earth Interregional Department of the Federal Service for Supervision of Natural Resources Management, Voronezh, Russian Federation

²Federal State Unitary Enterprise «Scientific Research Institute of Industrial and Marine Medicine» of the Federal Medical and Biological Agency, St. Petersburg, Russian Federation

³Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

Abstract: In Russia, the source of intense environmental pollution is, among other enterprises in the metallurgical industry, the domestic heavy industry. The construction of most of them took place in the first half of the last century, when environmental issues at best were secondary. In this study, data on the chemical composition of precipitation in the zone of influence of the metallurgical plant and beyond has been interpreted in a simple and timely manner. It has been shown that at a distance from the industrial site there is a natural change in the chemical composition and reaction of meteoric precipitation. The role of acidification of precipitation in changing the content of heavy metals in snow sediments has been noted.

Keywords: atmospheric precipitation, gas treatment plants, source of air pollution, key site, pollutants

Мурманская область является индустриально развитым регионом России. Предприятия металлургической промышленности, объекты ядерной энергетики, горнодобывающие предприятия, строительные организации, флот, транспортные терминалы – все они являются поставщиками техногенного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, соединениями фтора и алюминия, оксидами серы и азота, а также радиационного воздействия на наземные экосистемы, что ведет к их угнетению и снижению способности к самовосстановлению [2].

Одним из наиболее мощных источников загрязнения наземных экосистем Мурманской области является комбинат «Североникель» (ОАО «Кольская ГМК»), который стабильно выпускает никель и медь с 1947 года. Сначала он использовал местные руды с относительно низким содержанием серы. С 1968 года в связи с исчерпанием местных рудников началась переработка привозной руды из Норильска (Таймыр), содержащей до 28% серы, в результате чего выбросы сернистого газа в атмосферу резко увеличились. В 1982 – 1990 годах в атмосферу ежегодно выбрасывалось 200– 240 тыс. тонн сернистого ангидрида и по 2000 – 3000 тонн никеля и меди. Причем, тяжелые металлы сохраняют вредные свойства постоянно и независимо от формы состояния. Частицы крупнее двух микрон постепенно осаждаются из атмосферы на подстилающую поверхность (почву, воду, растения). Частицы менее двух микрон – аэрозоли – ведут себя подобно газу и могут распространяться на тысячи километров [3].

На территорию города Мончегорска, рядом с которым расположен данный комбинат, воздействует лишь малая доля газа, выделяющегося при работе металлургических агрегатов,

остальной газ загрязняет и губит лесотундровые и таежные экосистемы, как вблизи комбината, так и на значительном от него удалении. В связи с этим, к настоящему времени в окрестностях комбината образовались обширные зоны деградации почвенно – растительного покрова – от угнетения лишайников до полного разрушения почв и образования техногенных пустошей [1].

Исследованиям качества атмосферного воздуха техногенно нагруженных территорий посвящены работы отечественных и зарубежных специалистов.

Так, в работах [7, 9] описывается применение фрактального анализа при лишеноиндикации техногенного воздействия. Моделирование динамики и прогноза экологических состояний воздушной среды селитебных территорий отражено в научной статье А.Н. Насонова и соавторов [8].

В исследовании китайских специалистов [10] показано, что в пилотных районах с высоким уровнем экологического развития основным элементом являются развивающиеся отрасли экономики, поскольку они обеспечивают более высокий уровень экономического производства без ухудшения состояния атмосферного воздуха, связанного с традиционными отраслями промышленности, такими как, например, металлургия.

Результатом исследования ученых из Эквадора является модель, интегрирующая и объясняющая социально – экологические городские отношения латиноамериканского города с учетом трех подходов высокого уровня: лесного хозяйства, географии и психологии. Модель дала количественную оценку социально – экологическим отношениям, возникающим в результате сочетания различных факторов городских социально – экологических систем, предложив преимущества этого метода для получения знаний, необходимых для планирования и управления латиноамериканскими городами [11].

Целью настоящего исследования является метеоиндикационная оценка пространственно – временной динамики состояния еловых и сосновых лесов, расположенных на различном удалении от металлургического комбината в границах Мончегорского рудного района и за их пределами.

В классической трактовке понятие рудный район представляет собой геологически и географически обособленную территорию с развитыми в её пределах месторождениями тех или иных рудных формаций. Мончегорский рудный район имеет очень сложное геологическое строение, район характеризуется наличием многочисленных разномасштабных тектонических нарушений, в том числе и рудоконтролирующих, а также крутым, практически субвертикальным, падением горных пород на флангах интрузивных массивов [5]. Особо примечательно, что в жильных телах развита в основном борнит – халькопирит – миллеритовая минерализация, которая пространственно ассоциирует с магнетит – ильменитовой минерализацией, а также что на контактах сульфидов меди, железа и никеля с водосодержащими силикатами выделяются минералы благородных металлов (арсениды, теллуриды и сульфиды палладия) [6].

Нами собраны данные о химическом составе выбросов от некоторых источников загрязнения атмосферы (ИЗА) за период с 1980 по 2019 гг. из соответствующих форм статистической отчетности, эксплуатируемых металлургическим предприятием. Анализ статистических форм отчетности по выбросам никеля, меди и сернистому газу показал, что в 80-е годы прошлого столетия количество поллютантов находилось на относительно максимальном уровне: по никелю – 4,1 тыс. тонн, по меди – 3,4 тыс. тонн, по сернистому газу – 231,8 тыс. тонн; в следующее десятилетие произошло снижение выбросов: по никелю – 1,6 тыс. тонн, по меди – 1,0 тыс. тонн, по сернистому газу – 125,1 тыс. тонн. Данное снижение содержания загрязняющих веществ в выбросах металлургического предприятия было обусловлено, в главную очередь, экономической ситуацией в стране. В XXI веке на металлургическом предприятии стали применяться новые природоохранные технологии. Например, в 2014 году были внедрены технологии обжига медного концентрата в печах кипящего слоя и хлорного выщелачивания металлов.

С целью определения эффективности указанных технологий нами был осуществлен анализ сведений о химическом составе метеорных осадков, собранных в летний и зимний

период на открытых и залесенных ключевых участках в период с 2015 по 2019 годы. Следует отметить, что сбор атмосферных осадков в виде дождя и снега в точках наблюдения, расположенных в пределах лесных массивов, осуществлялся на открытых пространствах, и под кронами деревьев с помощью специальных осадкоприемников. Это было сделано для определения влияния кроны деревьев на изменение химического состава метеорных осадков, и, следовательно, и определения доли участия древесных растений в очищении атмосферного воздуха. Сбор атмосферных осадков в течение вегетационного периода (июнь – сентябрь) производился ежемесячно, тогда, как сноухимическая съемка проводилась однократно – в конце апреля – в период максимального накопления снежных масс. Отбор проб снега осуществлялся с помощью снегоотборного стакана на глубину снежного покрова. При пробоотборе снега старались исключить возможность загрязнения пробы почвенными частицами и растительными остатками.

Точки наблюдения были заложены по розе ветров, согласно которой на исследуемой территории преобладают ветры северо – восточного направления на различном удалении от ИЗА. Первая ключевая площадка была заложена на расстоянии семи километров от промплощадки и характеризует «теневую» зону металлургического комбината. Вторая ключевая площадка была разбита на территории Лапландского государственного природного биосферного заповедника на расстоянии 30 километров от промышленной площадки. Самая удаленная ключевая площадка была организована на расстоянии 110 километров от комбината, вблизи п. Алакүртти Кандалакшского муниципального района Мурманской области.

В ходе пятилетнего периода исследований было проведено определение химического состава дождевых и талых снежных вод, а именно пробы в соответствии с утвержденными методиками анализировались на содержание меди, никеля, сульфатов, а также определялся водородный показатель.

Показано, что атмосферные осадки, собранные под кронами деревьев имеют значение водородного показателя около 3,5, что характеризует среду как кислую. В тоже время метеорные осадки, собранные на открытых пространствах имеют слабокислую реакцию ($pH = 4,5$). Данный факт обусловлен тем, что крона деревьев является своеобразным накопителем загрязняющих веществ, которые при выпадении осадков смываются с поверхности хвои. Отмечено, что в зимний период данный процесс выражен, но не так явно, как в теплое время года, что связано с характером атмосферных осадков.

При пространственном анализе влияния металлургического комбината показано, что степень кислотности атмосферных осадков снижается по увеличению расстояния. Также установлено, что относительно высокое содержание меди и никеля в атмосферных осадках под кроной в «теневой» зоне металлургического комбината обусловлен разрушением кутикулы хвои и вымыванием указанных тяжелых металлов из растительных тканей. На ключевых площадках, характеризующих Лапландский государственный природный биосферный заповедник и район расположения п. Алакүртти Кандалакшского муниципального района Мурманской области данное явление не установлено.

Временной пятилетний анализ показал, что общая тенденция сокращения выбросов загрязняющих веществ сохраняется при изучении результатов определения химического состава атмосферных осадков.

Согласно официальной информации комбинат «Североникель», оставаясь крупнейшим в стране производителем никеля и меди, успешно применяет природоохранные технологии, которые заключаются в модернизации технологических процессов получения металлов, установке более эффективных газоочистных установок и более грамотной организации экологического мониторинга, ориентированного на современные научные достижения. Об этом можно судить хотя бы потому, что на месте техногенных пустошей, образовавшихся в результате хозяйственной деятельности комбината «Североникель», сейчас снова зеленеют молодые березки, ивы и осины и растет трава.

Эта положительная картина касается только ОАО «Кольская ГМК». В целом же по Мурманской области экологическую политику надо пересматривать и кардинально менять.

Для того чтобы выйти из экологического кризиса необходимо формирование новой политики, направленной на экологизацию природопользования, экономики, образования. Промышленные предприятия должны строить свою работу в соответствии с мировыми стандартами природопользования и охраны окружающей среды. Ученым – экологами также необходимо работать на мировом уровне, с использованием современного оборудования по новым научно – исследовательским программам. Необходимо, чтобы экологическое образование сопровождало человека на протяжении всей жизни. Оно должно в раннем детстве побудить чувство близости с миром живой природы, в школе – способствовать пониманию целостной картины мира, в периоды взросления и зрелости – формировать экологическое мировоззрение, воспитывать чувство ответственности за состояние природы, помогать осознанию необходимости личного участия в экологической деятельности [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баркан В.Ш. Проблемы загрязнения среды // Наука и бизнес на Мурмане. Серия экология и человек. Мурманск: Мурманское книжное издательство. 2000. Т. 2. №5 (20). С. 31–34.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2019 году. – Мурманск, 2020. 177 с.
3. 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 (Мурманская область) // Монография «Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика)». Под ред. проф. И.И. Косиновой. Воронеж. ОАО «Воронежская областная типография». 2015. С. 282– 326.
4. Территория сотрудничества // Лапландский заповедник. Ежегодник Лапландского государственного природного биосферного заповедника. 2004. №6. С. 53– 54.
5. Любич В.А. Применение радиоголографического метода при поиске локальных рудных тел / В.А. Любич // Физика Земли. Москва. Изд– во «Наука». 2015. № 2. С. 139.
6. Мирошникова Я.А., Чернявский А.В., Базай А.В. Рудная минерализация участка Южносопчинский– 1 (Мончегорский рудный район, Кольский полуостров) // Записки Российского минералогического общества. 2019. Т. 148. №1. С. 38– 48. doi: 10.30695/zrmo/2019.1481.03
7. Насонов А.Н., Кульнев В.В., Цветков И.В., Шибалова Г.В., Кизеев А.Н., Насонов С.Н. Применение фрактального анализа при лихеноиндикации техногенного воздействия от линейного источника загрязнения атмосферы / А.Н. Насонов, В.В. Кульнев, И.В. Цветков, Г.В. Шибалова, А.Н. Кизеев, С.Н. Насонов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2019. Т. 19. № 4. С. 233– 240. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-4-233-240>
8. Насонов А.Н., Кульнев В.В., Графкина М.В. Моделирование динамики и прогноза экологических состояний воздушной среды селитебных территорий / А.Н. Насонов, В.В. Кульнев, М.В. Графкина // Экология и развитие общества. 2019. № 2 (29). С. 56– 63.
9. Насонов А.Н., Цветков И.В., Кизеев А.Н., Кульнев В.В., Мартынов Д.Ю., Сметанин В.И. Применение фрактального анализа в лихеноиндикации загрязнения атмосферного воздуха техногенно нагруженных территорий / А.Н. Насонов, И.В. Цветков, А.Н. Кизеев, В.В. Кульнев, Д.Ю. Мартынов, В.И. Сметанин // Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. №3. С. 34– 38. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-3-34-38>
10. FanxinMeng, JinlingGuo, ZhanqiangGuo, Jason C.K. Lee, Gengyuan Liu, Ning Wang Urban ecological transition: The practice of ecological civilization construction in China, Science of The Total Environment, Volume 755, Part 2, 2021, 142633 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142633>.
11. Santiago Bonilla– Bedoya, AnabelEstrella, Fabián Santos, Miguel Ángel Herrera Forests and urban green areas as tools to address the challenges of sustainability in Latin American socio–

УДК 550.348

ИСТОЩЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В РОССИИ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НЕДРАХ.

*Магидов С.Х., salavmag@yandex.ru
Российская экологическая академия. Москва, РФ.*

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы истощения углеводородных ресурсов в России и в мире. Анализ данных свидетельствует о том, что в ближайшее время возникнет острый дефицит энергоресурсов, и прежде всего нефти и газа. Масштабное извлечение флюидов из недр существенно влияет на геофизические характеристики, способствуя геоэкологическим катастрофам.

Ключевые слова: Ресурсы углеводородного сырья, истощение запасов нефти, дебит нефтегазовых скважин, доля фонтанных скважин.

DEPLETION OF HYDROCARBON RESERVES IN RUSSIA AND GEOECOLOGICAL CHANGES IN THE SUBSURFACE.

*Maghidov S.Kh., salavmag@yandex.ru
Russian ecological Academy, Moscow, RF.*

Abstract: The article deals with the problems of depletion of hydrocarbon resources in Russia and in the world. Analysis of the data shows that in the near future there will be an acute shortage of energy resources, especially oil and gas. Large-scale extraction of fluids from the subsurface significantly affects the geophysical characteristics, contributing to geoeological disasters.

Keywords: hydrocarbon resources, depletion of oil reserves, flow rate of oil and gas wells, share of fountain wells.

Оптимистические оценки ресурсов углеводородного сырья позволяет проводить прогнозирование и планирование на дальнюю перспективу без учёта возможного дефицита сырья не только в ближайшем будущем, но и в среднесрочной перспективе. Основанные на таком подходе благоприятные темпы экономического развития и неуклонного улучшения условий жизни могут и не оправдаться.

При пессимистическом подходе возникает необходимость в учете данного фактора, и включении в планы развития мер по всемерной экономии углеводородного (УВ) сырья, а также в переходе на другие более дорогие энергоресурсы, что неизбежно отразится на экономической эффективности, соответственно и на уровне жизни населения.

В отношении ресурсов и доказанных запасов УВ сырья у разных авторов существует большой разброс мнений, тем более, что величина запасов меняется год от года и зависит от разведанности территорий. Открытие новых месторождений ведёт к увеличению величины запасов, а добыча к уменьшению.

Достоверные, правильно оцененные запасы сырья могут позволить делать не только правильные прогнозы, но и производить точные расчеты относительно оставшейся доли извлекаемых запасов.

На рис. 1. приведены данные о величине мировых запасов нефти и газа по состоянию на 2008 год.



Рис.1.– Ресурсы и мировые запасы углеводородного сырья [1]

С того времени, по состоянию на 2019 год, добыто примерно 48 млрд. тонн нефти. Если предположить, что за период 2008 – 2019 гг. не было открыто новых месторождений, то в диаграмму по нефти нужно внести изменения: накопленная добыча – 201; текущие запасы – 140.

То есть получается, более половины разведанных запасов нефти уже израсходовано. Даже если ежегодно открывать месторождений на 1 – 2 млрд. т., то всё равно выходит, что более половины разведанных запасов уже исчерпано. Это может свидетельствовать о том, что пик добычи нефти уже достигнут, или будет достигнут в ближайшее время.

В 50 - х годах прошлого века американский учёный К. Хабберт предложил методы расчёта времени исчерпания запасов нефти, и построил на этой основе специальные кривые. Согласно кривой Хабберта для США максимум добычи нефти должен был наступить в 1970 году, и прогноз сбился. Хотя с учётом последних данных, можно говорить, что это был локальный экстремум, который не умаляет ценности самого метода. Во многих нефтедобывающих странах пик Хабберта уже пройден, и происходит постепенное сокращение добычи. Пик добычи в Ливии был достигнут в 1969 году, в Иране в 1974, в Румынии в 1976. Максимум нефтедобычи пройден и в России, а также во многих её регионах (Дагестане, Башкирии, Чеченской республике и других). В Беларуси пик добычи нефти был достигнут в 1975 году, и это ясно видно на рис. 2.

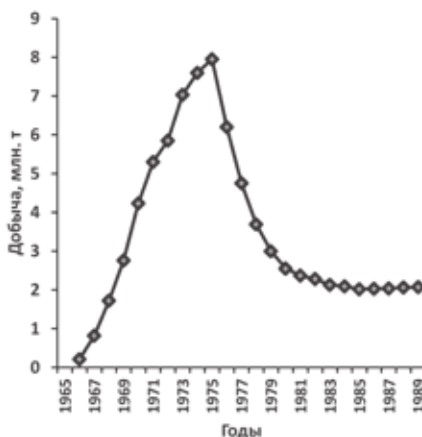
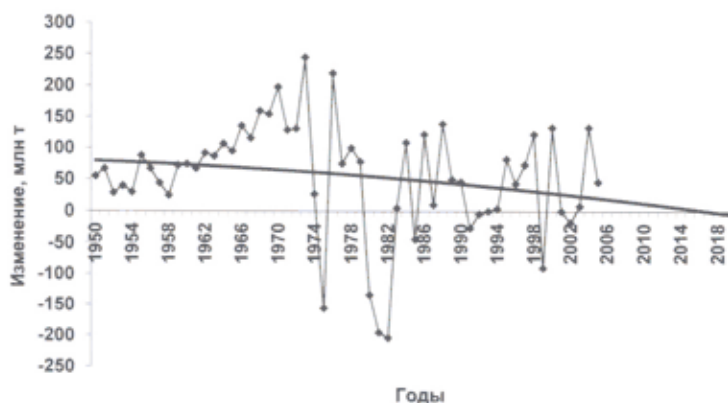


Рис. 2. – Добыча нефти, включая газовый конденсат в Беларуси.

На данной диаграмме представлена типичная кривая изменения добычи нефти. Вначале идёт рост добычи, и кривая достигает максимума, затем идёт падение добычи, которое со временем замедляется.

Согласно прогнозам Хабберта мировая добыча нефти должна была достигнуть максимума в 2000 году. Пик не был достигнут в срок, вероятно, это было связано с нефтяным кризисом 70– х годов, который, сократив добычу нефти несколько сдвинул срок наступления максимума. По мнению многих аналитиков, он мог наступить, или в конце прошлого десятилетия, или в начале нового. Прогноз этот вполне вероятен, и если он сбывается, мир

ожидают большие перемены. Кончится эра дешевой нефти и начнётся резкое повышение цен не только на нефть, но и на другие энергоносители. А это приведёт к краху современной мировой экономики, которая базировалась на дешевой нефти, со всеми вытекающими последствиями. Согласно нашим прогнозам мировой пик добычи нефти должен был достигнут в конце прошлого десятилетия рис 3.[2].



Линия тренда – полиномиальная

Рис.3 – Истощение мировых запасов нефти.

Из графика видно, что нулевой прирост должен был установиться в конце десятилетия. В случае использования линейного тренда нулевая линия будет пересечена в начале следующего десятилетия.

Если посчитать добычу по пятилетиям в России, нулевая линия не только по нефти, но и газу будет пересечена ещё раньше, что следует из рис. 4.

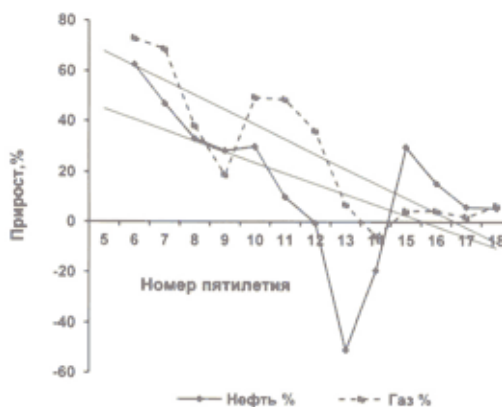


Рис. 4 – Динамика добычи в РФ нефти и газа по пятилетиям. (18 пятилетие: 2016 – 2020)

А это означает, что российские недра существенно истощены, и в ближайшем будущем добыча нефти и газа начнет сокращаться. Об этом свидетельствует и таблица 1.

Таблица 1 – Запасы, годовая добыча и время истощения запасов нефти
(по состоянию на 01.01.19). [3]

	запасы		Добыча		Время истощ
	Млрд.барр	Млрд т	Млн.бар/сут	Млн.т/год	
Сауд Аравия	2976,7	40,9	12,3	578,3	70,7
Россия	106,2	14,6	11,4	554,6	26,3
Мир	1730	244	94,7	4474	59,0

Из таблицы видно, что при существующих темпах добычи нефти, истощение запасов нефти произойдёт очень скоро. Время истощения запасов нефти в РФ существенно ниже, чем в Саудовской Аравии и даже среднемировой. Это же касается и запасов газа. Хорошее подтверждение этому мы видим на рис.5. Если до 70–х годов добыча нефти и газа в РФ увеличивалась почти экспоненциально, позже темпы наращивания добычи существенно уменьшились.

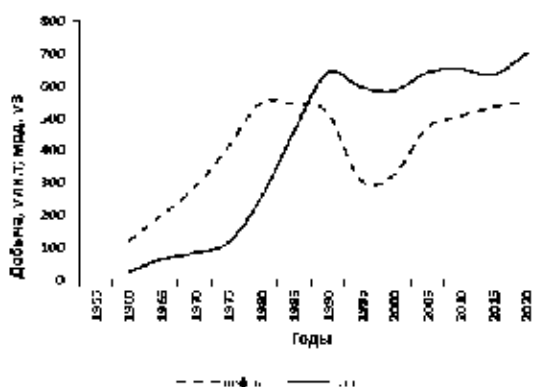


Рис.5 – Динамика добычи нефти, включая газовый конденсат, и природного газа в РФ. Данные за 2020 год рассчитаны, как среднее за 4 предшествующих года.

Отрицательный пик на кривой добычи нефти, по всей вероятности, связан крушением СССР и дезорганизацией промышленности после этого в течение десятилетия. Это привело к значительной экономии нефти, что замедляет время наступления спада в добыче. Не приходится сомневаться в скором наступлении данного события, тем более, что об этом уже говорят некоторые ответственные работники нефтегазовых компаний.

Более ясного понимания процессов истощения энергоресурсов, можно обратиться к истории развития нефтегазовой промышленности в СССР и Российской Федерации, с учётом роли регионов.

В первой половине прошлого века до 40 – х годов большая часть нефти в СССР добывалась «Азнефтью» из бакинских нефтепромыслов (так называемая «бакинская нефть»). Затем центр добычи переместился в Приволжско – Уральский регион, который сейчас входит в Приволжский Федеральный округ (так называемое « второе Баку»). На картосхеме административного деления РФ на рис.6, он отмечена цифрой 1. Указанный нефтеносный район относится к Волго – Уральской нефтегазоносной провинции.



Рис. 6 – Административное деление РФ.

1. ПФО – Приволжский федеральный округ. («2 – е Баку»)
2. УФО – Уральский федеральный округ. (Западная Сибирь)
3. СФО – Сибирский федеральный округ. (Восточная Сибирь)
4. ДФО – Дальневосточный федеральный округ.

Из этой зоны большая часть нефти добывалась до 70 – х годов, что наглядно иллюстрирует рис.7.

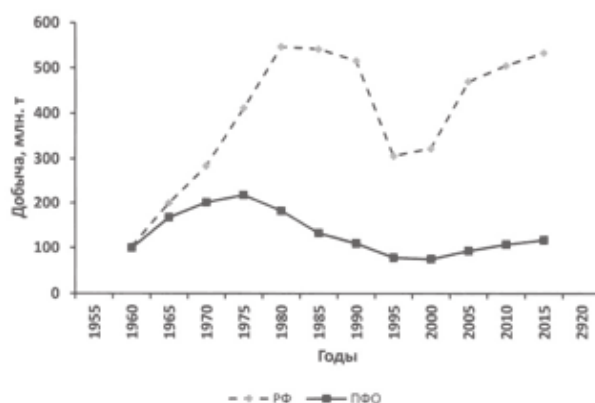


Рис.7 – Добыча нефти в Приволжском Федеральном округе и Российской Федерации.

С началом сокращения добычи во «втором Баку» основная добыча нефти в РФ переместилась в Западную Сибирь. На картосхеме этот нефтегазоносный район обозначен, как Уральский Федеральный округ, цифрой 2. Почти всю нефть в этом округе добывается в Тюменской области. На рис.8. приведена ежегодная динамика добычи тюменской нефти в советский период.

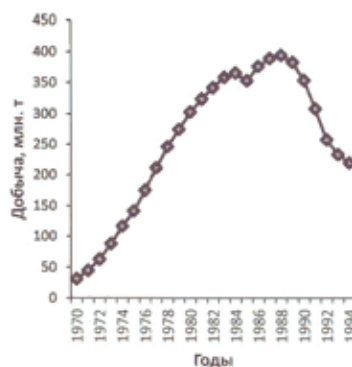


Рис.8– Добыча нефти в Тюменской области.

Из графика видно, как быстро происходило наращивание добычи нефти. Почти также стремительно изменялись геофизические условия в недрах, что отображено на рисунке 9.

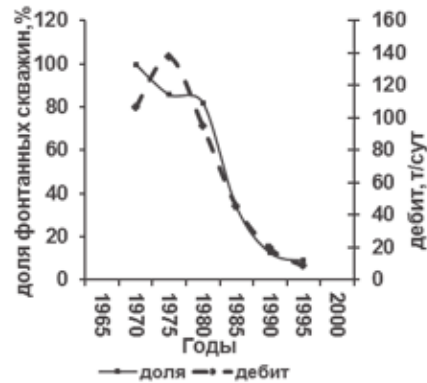


Рис. 9 – Доля фонтанных нефтегазовых скважин в Тюменской области (Главтюменнефтегаз) и их среднесуточный дебит.

Такое резкое изменение геофизических условий происходило не только в отдельной Тюменской области, но и на других нефтегазовых месторождениях РФ, о чём свидетельствует Рис.10, на котором представлена и ежегодная динамика геофизических показателей.

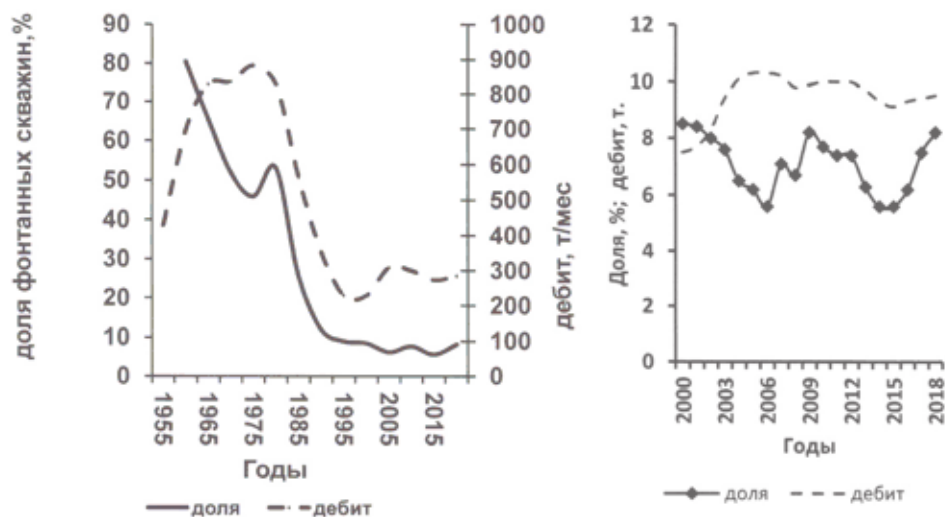


Рис.10. – Доля фонтанных скважин в НГЗ отрасли РФ и среднемесечный дебит.

а) по пятилетиям; б) по годам. Этой же теме посвящены также работы [4– 5].

На рисунке 11 приведена ежегодная динамика добычи нефти по РФ и её регионам.

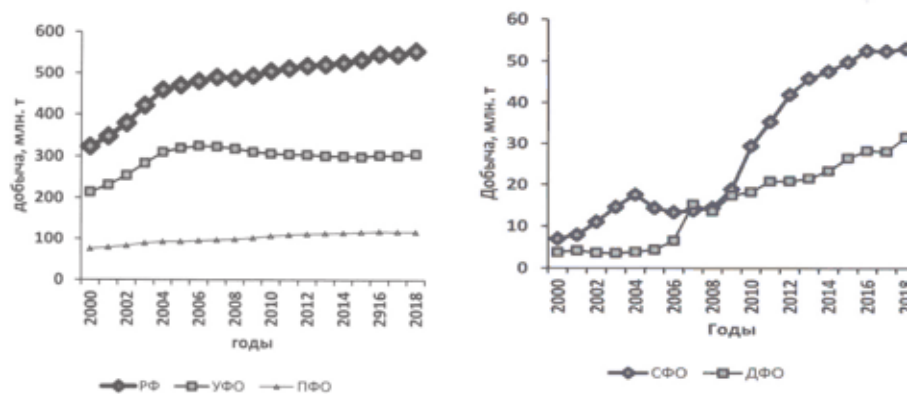


Рис 11 – Динамика добычи нефти в РФ и регионах. а) РФ, УФО, ПФО; б) СФО, ДФО.

Из данных диаграмм видно, что в основном нефтедобывающем районе начался постепенный спад добычи нефти. Некоторое увеличение в ПФО СФО и ДФО, компенсируют это падение и позволяют даже обеспечивать некоторый рост. Но добавочные объемы добываемые в этих регионах слишком незначительны и не смогут компенсировать существенного падения добычи в УФО. Из графика видно, что хотя в СФО с 2006 г. начался резкий рост, в последнее время он замедлился и выходит на плато.

Анализируя весь комплекс представленных данных можно с большой долей вероятности говорить о том, что в ближайшее время рост добычи нефти в РФ сменится падением. Поэтому, на данном этапе развития необходимо всемерная экономия УВ ресурсов и ускоренная диверсификация экономики. Кроме того, резкое изменение геофизических характеристик в недрах создаёт геоэкологические проблемы, одной из которых может стать инициирование сверхсильных землетрясений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высоцкий В.И, Дмитриевский А.Н. Мировые ресурсы нефти и газа и их освоение. Российский химический журнал, т. LI, (2008), №6, С.18– 24.
2. Магидов С.Х. Истощение запасов углеводородного сырья– угроза миру и международной безопасности // С.Х. Магидов Правильный путь. Махачкала, 2010, С.92– 100.
3. Государственный доклад: «Состояние и использование минерально– сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2018 году». М., 2019, С 10.
4. Магидов С.Х. Истощение запасов упругой энергии в нефтегазовых месторождениях СССР и РФ и изменение уровня добычи нефти// Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений. М. Геос. 2011, С.490– 495.
5. Магидов С.Х. Добыча нефти и дебиты нефтегазовых скважин, как индикаторы геодинамической активности // Геология, геодинамика и геоэкология Кавказа. Махачкала, 2016, С. 275– 278.

УДК 553.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ГУБКИНСКО – СТАРООСКОЛЬСКОГО РАЙОНА КМА.

Попов В.И., Косинова И.И., Мальцева Л.С.*

*Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н.Бурденко
Воронежский государственный университет*

Аннотация: В данной статье рассматривается качество поверхностных вод в Губкинско – Старооскольском районе (территория КМА). Проведен сравнительный анализ рек по макро – микроэлементам, анионам ,РН, общей минерализации, соединениям азота, железу, аммиаку. Выявлены предполагаемые источники загрязнения.

Ключевые слова: поверхностные воды, горнодобывающая промышленность, перерабатывающая промышленность, загрязнение, загрязняющие вещества, территория КМА.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ECOLOGICAL STATUS OF SURFACE WATERS GUBKIN– STARY OSKOL DISTRICT OF THE KMA.

Popov V.I., Kosinova I.I., Maltseva L.S.*

*Voronezh State Medical University by N.N. Burdenko
Voronezh state University*

Annotation: This article discusses the quality of surface waters in Gubkin and Stary Oskol district (territory KMA). A comparative analysis of rivers by macro– microelements, anions, PH, total mineralization, nitrogen compounds, iron, and ammonia was carried out. Suspected sources of pollution have been identified.

Keyword: surface water, mining industry, river, pollution of natural reservoirs, Ubyl river, Kotel river, the river Oskolets, territory of the KMA.

Воздействие горного производства на окружающую природную среду проявляется в уничтожении растительного покрова, возникновении техногенных форм рельефа, деформации участков земной коры и т.д., в загрязнении воздушного бассейна, поверхностных водотоков и подземных вод. Водные ресурсы – важнейший компонент в жизнедеятельности человека. Люди используют воду в промышленности и в быту, и загрязнение воды может повлечь за собой серьезные проблемы.

Целью исследования является изучить уровень эколого– гидрохимического преобразования поверхностных вод в районе Лебединского и Стойленского карьеров в Губкинско – Старооскольском районе.

Курская магнитная аномалия (КМА) расположена в пределах Центрально – Черноземного района. По запасам полезных ископаемых КМА не имеет мировых аналогов. На территории уникального месторождения обнаружены почти все типы железных руд с содержанием железа 35– 66%. Курская магнитная аномалия занимает площадь около 120 тыс. км².

Район работ исследования располагается в в Губкинско – Старооскольском районе. Он приурочен к сводовой части Воронежской антеклизы с преобладающими отметками поверхности кристаллического фундамента от +25 до +50м на полях сланцев и от +50 до +80– 100м на выходах железистых кварцитов. В район входят Лебединское, Стойленское, Коробковское, Салтыково – Александровское, Роговское месторождения.

В геологическом строении в Губкинско – Старооскольского района принимают участие архейская, протерозойская, палеозойская (девонская система), мезозойская (юрская, меловая системы) и кайнозойская (неогеновая, четвертичные системы) группы.

Железные руды залегают на глубине 135 м в архей – протерозойских образованиях под осадочными разновозрастными породами.

В гидрогеологическом отношении в пределах исследуемого района выделены следующие водоносные горизонты и комплексы:

1. Четвертичный водоносный комплекс;
2. Неоген– палеогеновый водоносный комплекс;
3. Маастрихт– туронский водоносный горизонт;
4. Альб– сеноманский водоносный горизонт;
5. Неоком– аптский водоносный горизонт;
6. Юрский водоносный горизонт;
7. Девонский водоносный горизонт;
8. Архей– протерозойский водоносный комплекс.



Рис.1 – Схема пробоотбора поверхностных вод

Исследования проводились на реках Котел, Осколец и Убля (рис.1) . Река Осколец – река в Белгородской области России, протекает по территории Губкинского городского округа, Старооскольского городского округа и города Старый Оскол. Длина реки составляет 45 км, а площадь водосборного бассейна 540 кв. км. Рядом с р. Осколец находятся такие предприятия как ЛГОК, ОЭМК, СГОК, Цементный завод. Река Убля — является левым притоком реки Оскол. Протяженность реки составляет около 50 км.

Устье реки Котел находится в 373 км по левому берегу реки Оскол. Длина реки составляет 41 км [3], площадь водосборного бассейна 574 км² [4]. Находится в зоне воздействия Оскольского электрометаллургического комбината. Естественный водный режим р. Осколец прослеживался до начала эксплуатации Лебединского карьера. При отработке карьеров сформировалась депрессионная воронка. Русло р. Осколец используется для дренажных и осветленных вод хвостохранилищ Лебединского ГОКа. Реки Котел и Убля являются центром района активного техногенного преобразования окружающей природной среды. Площди водосбора данных рек находятся между г. Старый Оскол с севера и ОЭМК с юга. На западе располагаются предприятия Стойленского ГОКа.

В результате исследований было отмечено, что река Котел сильно заросла. По органолептическим показателям отмечается, что вода мутная, также присутствует запах сероводорода. К зоне техногенного преобразования относится р. Убля, т.к. рядом с ней располагается Стойленский ГОК.

Качественный состав поверхностных вод на реках изучен по результатам химических анализов проб воды. Анализы проведены в Аккредитованном испытательном лабораторном центре. По результатам этих анализов были построены графики содержания в воде следующих элементов: макроэлементы, РН, общая минерализация, соединения азота, железо, аммиак.

Анализ уровня эколого – гидрохимического преобразования поверхностных вод представлен на рис.2– 7. Выявлено, что загрязнение вод р. Убля относительно рек Котел и Осколец намного выше. Это касается как макро– , так и мезокомпонентов. Содержание кальция, калия, натрия, магния в р. Убля в 1,5 раза больше относительно других рек. Данные химические элементы относятся к группе макрокомпонентов, что показывает значительное влияние техногенной нагрузки на качество поверхностных вод области реки Убля. По содержанию микроэлементов в р. Осколец наблюдается превышение марганца относительно других рек. Наиболее вероятным источником воздействия является материал буровзрывных работ, поступающий с атмосферным переносом. В поверхностных водах р. Убля прослеживается превышение относительно иных водотоков по цинку, по иным элементам (медь и свинец) уровень концентраций аналогичен.

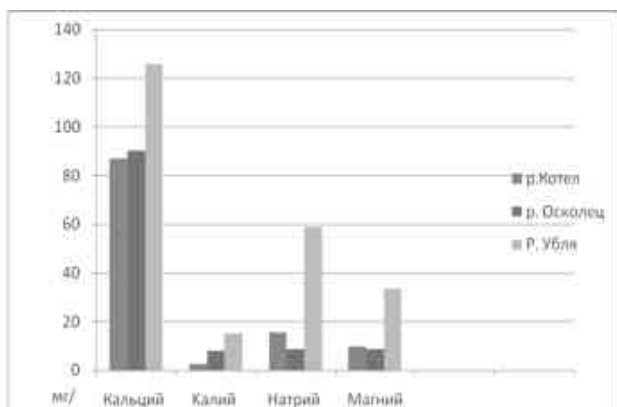


Рис. 2 – Диаграммы содержания катионов в поверхностных водах исследуемых рек.

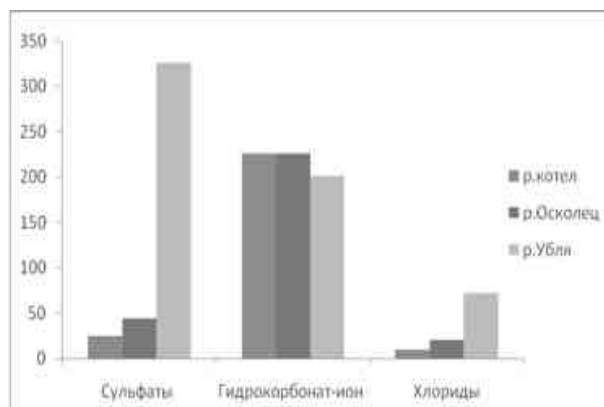


Рис.3–Диаграммы содержания анионов в поверхностных водах исследуемых рек.

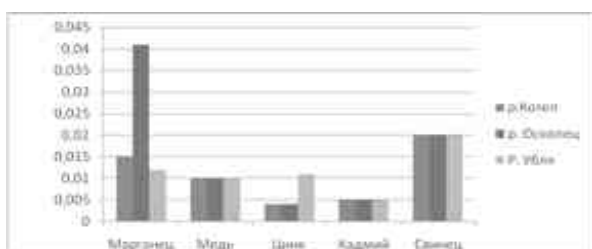


Рис. 4.– Диаграммы содержания микроэлементов в поверхностных водах исследуемых рек

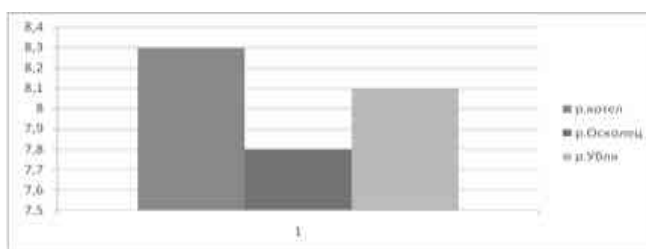


Рис.5.– Показатели pH в поверхностных водах исследуемых рек

По показателю pH воды относятся к слабощелочным. По показателю минерализации воды рек Котел и Осколец относятся к пресным водам, в р. Убля наблюдается повышенная минерализация. Содержание нитратов в поверхностных водах р. Убля в 4 раза выше чем в р. Котел и Осколец, также по содержанию нитратов река характеризуется верхним пределом относительно ПДК. Подобная тенденция наблюдается по содержанию сульфатов, гидрокарбонат – ионов, хлоридов, железа и аммиака.

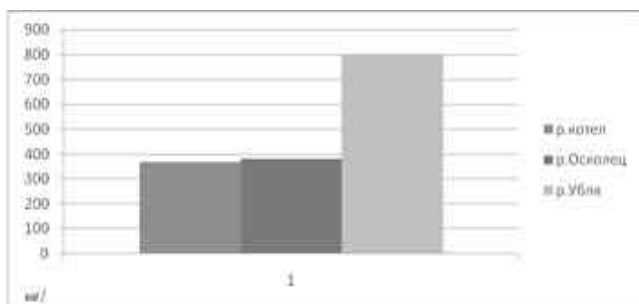


Рис. 6 – Диаграммы минерализации поверхностных водах исследуемых рек.

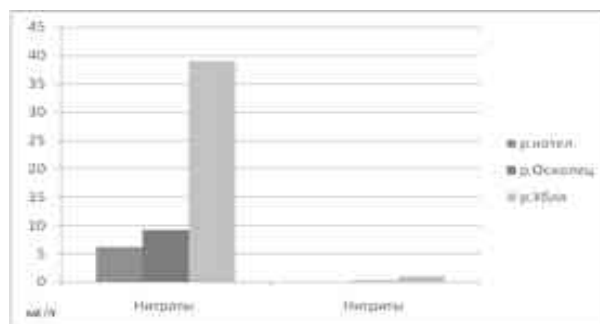


Рис. 7 –Диаграммы содержания соединений азота в поверхностных водах исследуемых рек.

Поверхностные воды исследуемых рек не используются в качестве хоз – питьевого водоснабжения. Однако они связаны с подземными водами четвертичного водоносного комплекса, которые используются в водоснабжении. В этой связи анализ качества поверхностных вод имеет большое значение [5].

Таким образом, сравнительный анализ уровней техногенного эколого – гидрохимического преобразования поверхностных вод Губкинского – Старооскольского горнопромышленного района выявил следующие особенности:

1. По всем анализируемым показателям уровень преобразования поверхностных вод относится к «Допустимому». Превышения показателей ПДК не обнаружены.

2. Зафиксировано значимое изменение содержания макро – и мезокомпонентного состава поверхностных вод – от 2 до 50 раз. Так в поверхностных водах р. Убля содержание кальция, натрия, хлоридов превышает аналогичные показатели в других реках в 2 – 10 раз, а по содержанию сульфатов – в 70 раз. Нитраты, как показатель хронического уровня загрязнения, зафиксирован в поверхностных водах р. Убля в концентрациях, близких к ПДК. В реках Осколец и Убля они не превышают 5– 9 мг/дм³. Общая минерализация поверхностных вод р. Убля превышает иные исследуемые реки в 3 раза.

3. Содержание микроэлементов анализировалось по элементам 1 класса опасности – свинец, цинк, кадмий – и по элементам 2 класса опасности – меди, 3 класса – марганцу. Превышения относительно иных рек выявлены по марганцу в поверхностных водах р. Осколец в районе расположения Стойленского карьера. Источником загрязнения являются буровзрывные работы.

4. Анализ уровня преобразования эколого – гидрохимической обстановки в пределах Губкинского – Старооскольского горнопромышленного района продемонстрировал допустимое состояние поверхностных вод. Однако зафиксированное преобразование макро – и мезокомпонентного состава поверхностных вод р. Убля, протекающей в непосредственной близости от Оскольского электрометаллургического комбината, позволяет обозначить его значимую роль в формировании загрязнения, которое проявлено в максимальной степени по концентрациям сульфатов, общей минерализации и нитратов. Повышенное относительно фона содержание марганца связано с материалами буровзрывных работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 20– 55– 00010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Поливаем Н.А. Вода как фактор жизни биосферы / Н. А. Поливаев, И. И. Косинова // Образование, экология, практика : материалы Международного молодежного форума .— Воронеж, 2018 .— С. 190– 192 .
2. Косинова И.И. Эколого– геологический мониторинг техногенно нагруженных территорий / И.И. Косинова, В.В. Ильяш, А.Е. Косинов .— Воронеж : Воронеж.гос. ун– т, 2006 .— 103, [1] с.
3. Косинова И. И. Иерархическая структура эколого– геологического мониторинга / И.И. Косинова // Материалы международной научной конференции «Мониторинг геологических, литогеохимических, эколого– геологических систем». – М.: МГУ, 2007. – С. 78 – 84.
4. СанПиН 2.2.5.980– 00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод
5. Доклад о состоянии окружающей среды Курской области в 1997 году. – Курск: Госкомэкологии Курской области, 1998. – 70 с.
6. Андронов А.В. Из опыта профилактики заболеваний и укрепления иммунной системы организма/Андронов. А. В. Попов В. И.//Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2013 12(3): с.771– 776.

УДК 55.348

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛИТОСФЕРЫ – МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЛЯ – В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО – ЧЕРНОЗЕМНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГИОНА

^{1,2}Надежка Л.И., nadezhka@geophys.vsu.ru, ^{1,2}Сафронич И.Н., igor@geophys.vsu.ru,
^{1,2}Семенов А.Е. nadezhka@geophys.vsu.ru , ^{1,2}Силкин К.Ю. const.silkin@yandex.ru,
²Сизаск И.А., nadezhka@geophys.vsu.ru
1– ФГБОУ ВО «ВГУ»; 2 – ФГБУН ФИЦ ЕГС РАН, г. Воронеж, Россия

Аннотация: В статье изложены результаты анализа пространственно– временных трансформаций микросейсмического поля, одной из важных эколого – геофизических функций литосферы. Микросейсмическое поле – сложный волновой процесс широкого диапазона частот, обусловленный множеством источников, как природного, так и техногенного генезиса. Показано, что природные процессы и антропогенная нагрузка на литосферу является основными факторами трансформации микросейсмического поля.

Ключевые слова: Экологическая функция, Микросейсмическое поле, Пространственно – временная трансформация, Сейсмическая буря, Суточные вариации.

Transformation of the ecological function of the lithosphere represented by a microseismic field in the geological conditions of the Central Black Earth economic region

^{1,2}Nadezhka Ludmila Ivanovna., nadezhka@geophys.vsu.ru, ^{1,2} Safronich Igor Nikolaevich ., igor@geophys.vsu.ru, ^{1,2}Semenov Alexandr Evgenovich nadezhka@geophys.vsu.ru ,
^{1,2}Silkin Konstantin Yurevich const.silkin@yandex.ru, ²Sizask Ilya Alekseevich.,
nadezhka@geophys.vsu.ru
1– Voronezh State University, 2 – Geophysical Survey of Russia Academy of Sciences,
Voronezh, Russia

Abstract.: The article presents the results of space– time transformation’s analysis of microseismic field, which is one of the important ecological and geophysical functions of the lithosphere. The microseismic field is a complex wave process of a wide frequency range, caused by a variety of sources, both natural and anthropogenic. We have shown that natural processes in the

lithosphere and man-made impact on the lithosphere are the main factors of the microseismic field's transformation.

Keywords: ecological function, microseismic field, space-time transformation, seismic storm, daily variations

Каждая точка физической поверхности Земли совершает колебания постоянно. В пространстве эти колебания и образуют микросейсмическое поле.

Микросейсмическое поле (МСП) – сложный волновой процесс, состоящий из составляющих различной частоты и природы. В сейсмологии и сейсморазведке микросейсмическое поле называют сейсмическим или микросейсмическим шумом. В структуре микросейсмического поля присутствуют составляющие в широком диапазоне частот вариаций от года и ниже до очень высоких частот (до 1000 Гц и выше). Природа микросейсмического поля до конца не ясна. В его структуру входят и эндогенная составляющая, т.е. собственный шум геологической среды и собственные колебания Земли и сильные землетрясения усиливающие колебания это и влияние лунно – солнечного притяжения, и отражение процессов, происходящих в околоземном пространстве и, на конец, влияние деятельности человека [1].

В настоящей работе основное внимание будет уделено составляющим микросейсмического поля в диапазоне частот 0.1 Гц – 25.0 Гц и его трансформация в результате природных процессов и антропогенной нагрузки. В настоящее время в Центрально – Черноземном экономическом регионе функционирует сеть сейсмических станций, которые в мониторинговом режиме осуществляют регистрацию микросейсмического волнового поля. На рис. 1 показано положение двух сейсмических станций, данные которых используются для анализа.

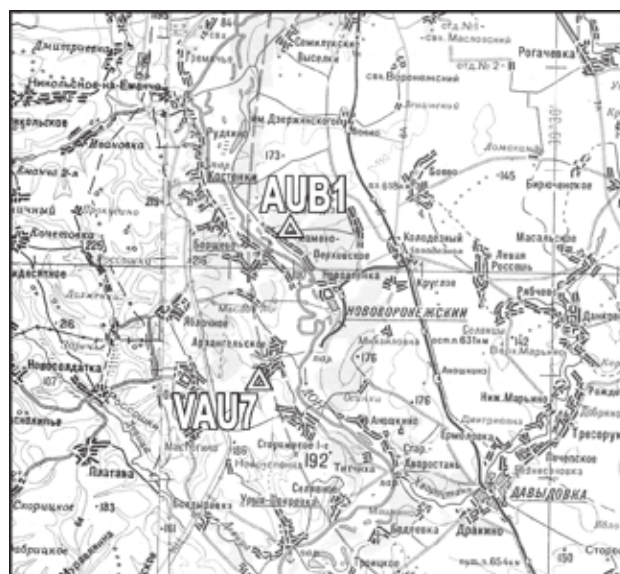


Рис. 1 – Расположение сейсмических станций

Следует отметить, что микросейсмическое поле в разных пунктах физической поверхности имеет разную интенсивность и разную структуру, т.е. пространственная трансформация микросейсмического волнового поля является одним из его свойств.

В качестве примера, на рис. 2 представлены записи вертикальной компоненты микросейсмического волнового поля двумя сейсмическими станциями VAU7 и AUB1 расположенными на расстоянии 10 км друг от друга. Как видно из рисунка, интенсивность и структура (спектральный состав) поля в районе сейсмических станций существенно отличается, особенно в дневное время (рис. 2 и 3).

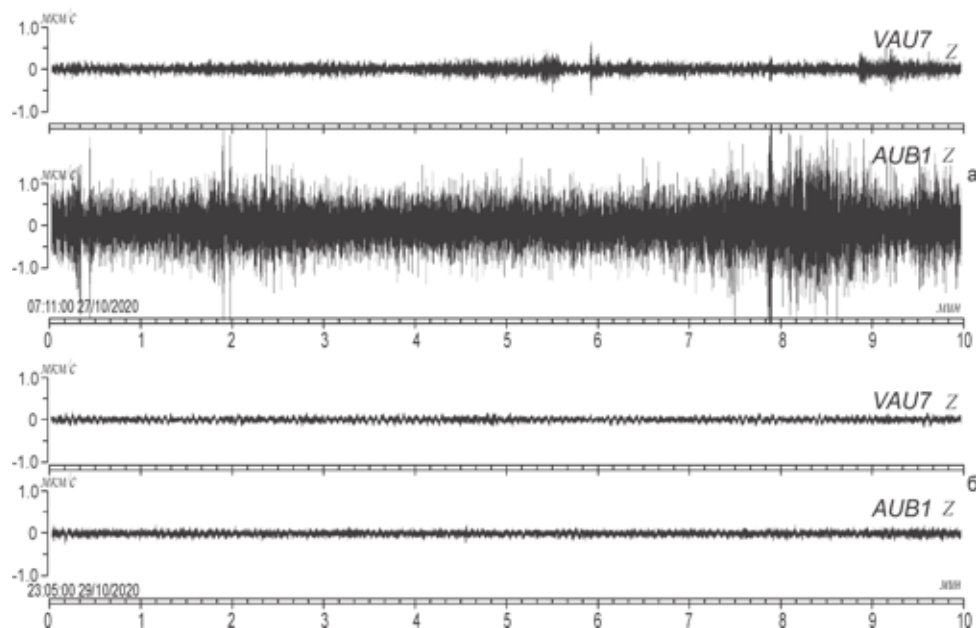


Рис. 2 – Пример одномоментных записей вертикальных составляющих микросейсмического поля днем (а) и ночью (б) на станциях Архангельское (VAU7) и Каменно– Верховка (AUB1)

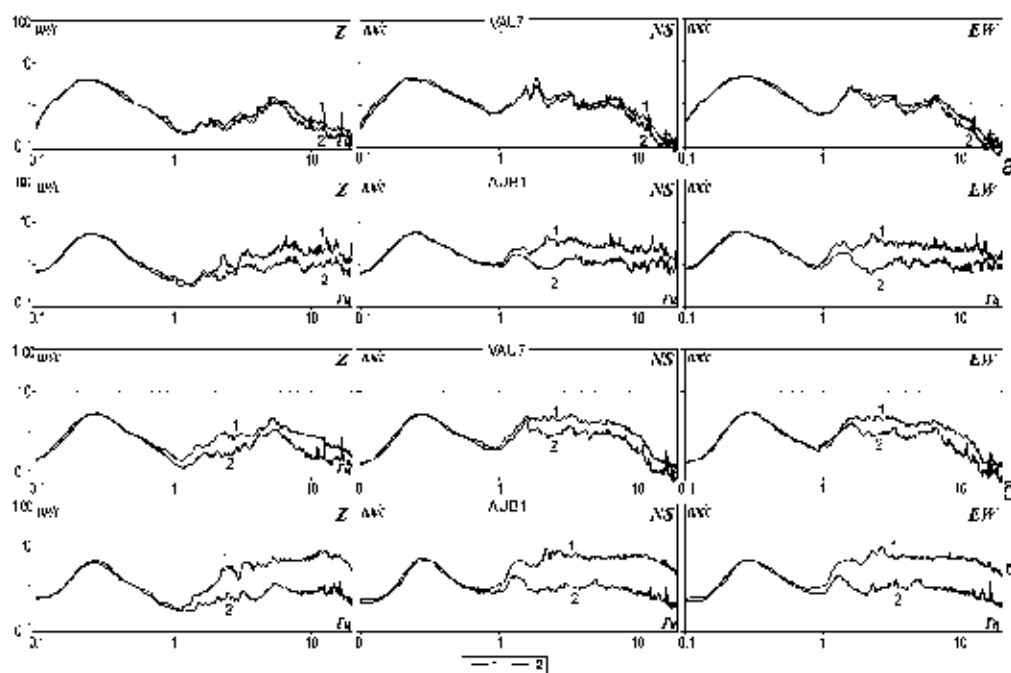


Рис. 3 – Осредненные амплитудно– частотные спектры трёх компонент микросейсмического поля в дневное (1) и ночное (2) время в пунктах наблюдения VAU7 и AUB1 в зимний (а) и летний (б) периоды

Кроме пространственной трансформации, микросейсмическое поле, подвержено временным трансформациям. Четко выделяется годовая периодичность. Среднегодовая интенсивность микросейсмического поля в северном полушарии от 2 до 4 раз, как правило, ниже среднегодовой интенсивности [2]. Такое соотношение характерно для территории центра Восточно– Европейской платформы.

Временная трансформация вертикальной компоненты микросейсмического волнового поля наблюдается в других частотных диапазонах. На рисунке 4 представлена временная трансформация вертикальной компоненты микросейсмического поля в открытом канале, а

также в диапазонах частот 0.1 – 0.4 Гц и 2.0 – 8.0 Гц в районе сейсмических станций VAU7 и AUB1.

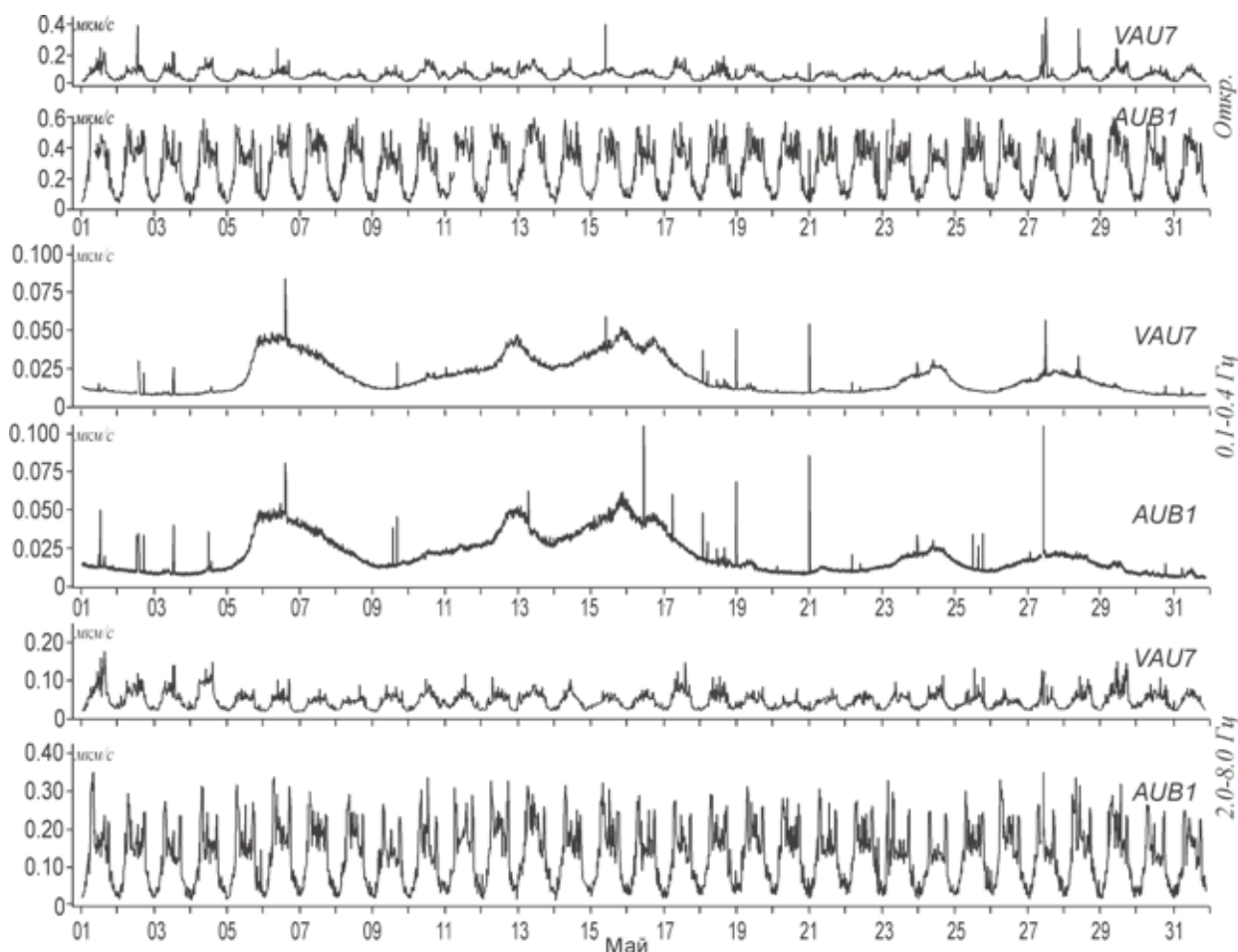


Рис. 4 – Вариаций уровня вертикальной составляющей микросейсмического шума в течении месяца в двух пунктах наблюдений Архангельское (VAU7) и Каменно– Верховка (AUB1) в различных частотных диапазонах

Как видно из рисунка, наблюдается трансформация микросейсмического поля в указанных диапазонах частот. Временная трансформация в диапазоне 0.1 – 0.4 Гц в районе обеих станций практически одинаковая. Составляющая микросейсмического поля в этом диапазоне частот обусловлена штормами в океанах, т.е. является надрегиональной [1– 3]. Практически, на всей территории Восточно – Европейской платформы временная трансформация микросейсмического поля в этом диапазоне частот близка по амплитуде и по характеру временных изменений. Увеличение интенсивности микросейсмического поля соответствует «сейсмическим бурям». Во время сейсмических бурь, интенсивность микросейсмического поля в этом диапазоне частот существенно (3 – 6 и более раз) увеличивается по сравнению с фоновыми значениями (рис. 5).

Трансформация микросейсмического поля в диапазоне частот 2.0 – 8.0 Гц в районе расположения сейсмических станций представляет собой суточные вариации. В ночное время отмечается низкая интенсивность поля, в дневное время, она увеличивается в районе расположения разных сейсмических станций до 10 раз. Такая трансформация поля обусловлена деятельностью человека – антропогенной нагрузкой. Особенно сильно изменяется интенсивность микросейсмических колебаний (поля) при воздействии короткозамедленных взрывов, производимых при добыче полезных ископаемых. В этом случае, на разном

расстоянии от источника, интенсивность колебаний в разных частотных диапазонах увеличивается на несколько порядков [4].

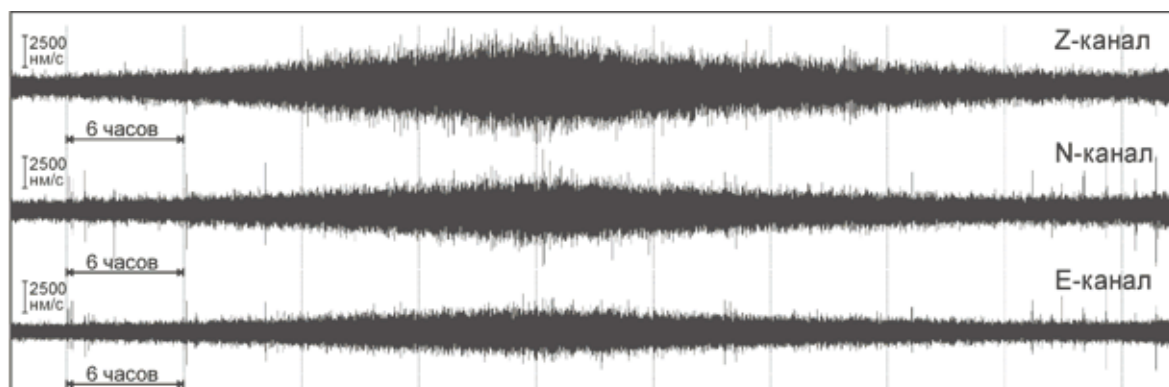


Рис. 5 – Трехкомпонентная запись “сейсмической бури

Обобщая сказанное, можно сделать вывод, что постоянно существующее в любой точке физической поверхности Земли микросейсмическое поле – экологическая функция, которая трансформируясь во времени и пространстве под влиянием природных процессов и антропогенной нагрузки, может существенно увеличиваться по интенсивности и менять спектральный состав в отдельных зонах пространства. В таких зонах могут создаваться неблагоприятные условия, как для ведения хозяйственной деятельности, так и для жизни человека.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 20– 55– 00010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Табулевич В.Н. Комплексные исследования колебаний // Наука, 1986. – 142 с.
2. Надежка Л.И. Некоторые характеристики микросейсмического поля платформенной литосферы (на примере Воронежского кристаллического массива)/ Л.И.Надежка, И.Н.Сафронич, С.П.Пивоваров, М.А.Ефременко, Р.А.Орлов, И.А.Сизаск // Волновые процессы неоднородных и нелинейных средах. Матер. Семинаров НОЦ. – Воронеж: ВГУ, 2004. – с.173– 190.
3. Орлов Р. А. Опыт исследования микросейсмического шума для решения геологических задач в условиях платформ на примере Воронежского кристаллического массива. Вестник ВГУ, серия Геологическая, 2011, №1, с. 184– 192
4. Семенов А.Е. Характер и интенсивность сейсмических воздействий горнопромышленных комплексов на литосферу Воронежского кристаллического массива / А.Е. Семенов, Л.И. Надежка, И.Н.Сафронич, И.Т. Ежова // Матер. Всероссийской с международным участием научно– практической Щукинской конференции. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2020. – С. 317– 321.

УДК 502.7:622(470.324)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. ПАВЛОВСКА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

*Прожорина Т.И., Куролан С.А. , e– mail: coriandre@rambler.ru
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия*

Аннотация: В связи с разработкой месторождений полезных ископаемых в районах горнопромышленных комплексов, ежегодно усиливается загрязнение атмосферного воздуха, что наносит значительный ущерб живой природе и здоровью человека. В работе рассмотрено влияние выбросов вредных веществ в атмосферу на здоровье населения, проживающего в зоне воздействия горнопромышленного комплекса ОАО "Павловскгранит".

Проведенные исследования и расчеты по оценке рисков показали, что из 25 химических веществ – загрязнителей атмосферы, *канцерогенным действием* обладают 11 веществ. Уровни индивидуального канцерогенного риска в контрольных точках в зоне влияния предприятия – в жилой зоне ближайших населенных пунктов составляют менее $1 \cdot 10^{-6}$ и характеризуются как пренебрежимо малые, не отличающиеся от повседневных рисков.

Результаты расчетов *неканцерогенных рисков*, способные к развитию в результате попадания в организм ингаляционным путем, показали, что приоритетные поллютанты, загрязняющие атмосферу г. Павловска, оказывают наибольшее воздействие на органы дыхания (12 веществ) и центральную нервную систему (4 веществ).

Ключевые слова: оценка риска, канцерогенный и неканцерогенный эффект, приоритетные химические вещества.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISKS TO POPULATION HEALTH PAVLOVSK FROM ATMOSPHERIC POLLUTION

*T. I. Prozhorina, S.A. Kurolap, e-mail: coriandre@rambler.ru
Voronezh state University, Voronezh, Russia*

Abstract. Due to the development of mineral deposits in the areas of mining complexes, air pollution increases every year, which causes significant damage to wildlife and human health. The paper considers the impact of emissions of harmful substances into the atmosphere on the health of the population living in the zone of impact of the mining complex of JSC "Pavlovsk granite".

Studies and risk assessment calculations have shown that out of 25 chemical pollutants in the atmosphere, 11 substances have a carcinogenic effect. The levels of individual carcinogenic risk at control points in the zone of influence of the enterprise – in the residential area of the nearest settlements – are less than $1 \cdot 10^{-6}$ and are characterized as negligible, not differing from everyday risks.

The results of calculations of non-carcinogenic risks that can develop as a result of ingestion by inhalation showed that priority pollutants that pollute the atmosphere of Pavlovsk have the greatest impact on the respiratory system (12 substances) and the Central nervous system (4 substances).

Key words: risk assessment, carcinogenic and non-carcinogenic effects, priority chemicals.

Защита атмосферного воздуха является одной из основных задач в проблеме окружающей среды. В связи с интенсивным развитием промышленности и энергетических производств, загрязнение атмосферы постоянно усиливается, что наносит значительный ущерб живой природе и здоровью человека. Из-за больших объемов выбросов разнообразных по своему составу и опасности поллютантов особенно эта проблема актуальна для урбанизированных регионов, на территории которых активно разрабатываются месторождения полезных ископаемых.

Поэтому весьма своевременными являются исследования и анализ статистических связей и закономерностей трансформации в системе «источники техногенного воздействия – атмосфера» и обоснование приоритетных показателей, определяющих экологические риски для здоровья населения, проживающего в пределах горнопромышленных районов.

Цель работы заключается в оценке канцерогенных и неканцерогенных рисков для здоровья населения г. Павловска от загрязнения атмосферы в результате деятельности горнопромышленного комплекса ОАО "Павловскгранит".

Административным центром Павловского района Воронежской области является город Павловск, который расположен на левом берегу реки Дон в 162 км к юго – востоку от города Воронежа. Территориальное развитие города ограничено ландшафтными особенностями, поэтому г. Павловск имеет довольно плотную селитебную застройку. На 01.01.2020 года численность населения составила 24453 человека.

ОАО «Павловскгранит» находится в промзоне г. Павловска. Основной деятельностью предприятия является выпуск щебня различных фракций. Производительность ОАО «Павловскгранит» 8 – 8,5 млн. тонн щебня в год. Технологический процесс состоит из следующих выполняемых последовательно операций: вскрышные работы (Карьер), взрывные работы (Карьер), выемочно – погрузочные работы (Карьер, Отвал), дробление и сортировка по фракциям (ДСЗ – дробильно – сортировочный завод), складирование и отгрузка готовой продукции.

Предприятие располагается к юго – западу от г. Павловска на расстоянии 10 км на 4 производственных площадках. №1 – дробильно – сортировочный завод (ДСЗ) и вспомогательные подразделения; №2 – Карьер, Отвал №1 и Отвал №2, ППЖТ – предприятие железнодорожного транспорта (ст. Породная), №3 – очистные сооружения с котельной; №4 – цех по производству гранэмита (эмульсионных взрывчатых веществ).

Ближайшие населенные пункты:

- от площадки №1 – с. Преображенка, расположенное на расстоянии около 410 м с восточной стороны и Гаврильские сады – на расстоянии 530 м с северо – востока;
- от площадки №2 – с. Шкурлат, расположено на расстоянии около 300 м с юга и юго – востока;
- от площадки №3 – жилая зона Плодосовхоза расположена на расстоянии 700м с востока, жилая зона микрорайона Гранитный находится на расстоянии 3000м с северо – востока;
- площадка №4 располагается в поле на расстоянии 4 км от площадки №1.

В качестве методической основы оценки экологических рисков вследствие загрязнения атмосферы использовался нормативный документ Р.2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [3]. Основные задачи исследования включают несколько этапов.

1 этап – Идентификация опасности. Предприятие имеет 134 источника загрязнения атмосферного воздуха, в том числе 61 – организованный, 73 – неорганизованных. В 2019 году в результате производственной деятельности ОАО «Павловскгранит» в атмосферу г. Павловска было выброшено 62 наименования загрязняющих веществ (ЗВ), объем выбросов от которых составил 2342,01 т. Наибольший удельный вес (70,8%) приходится на вещества 3 класса опасности. При этом 5 веществ (керосин, пыль неорганическая 70– 20% SiO₂, диоксиды азота и серы, оксид углерода) отнесены к загрязнителям, совокупный вклад которых в валовый выброс горнодобывающего предприятия составляет 95%[1].

Большинство ЗВ, поступающих в атмосферный воздух, относятся к аэротехногенным выбросам. Например, такие тяжелые металлы как: свинец, кадмий, цинк, медь и марганец входят в состав эмиссий автотранспорта и выбросов промышленных предприятий города; мышьяк, бенз/а/пирен – продукты сгорания органического топлива. Одним из наиболее интенсивных источников загрязнения атмосферы в горнопромышленных регионах являются массовые взрывы на карьерах. Взрывы приводят к образованию гигантского пылегазового облака, объем которого может достигать 20 млн.м³. В результате в радиусе до 4 км рассеивается до 500 т мелкодисперсной пыли с размером частиц <5 мкм. Из – за способности глубокого проникновения в дыхательные пути, такая форма дисперсности пыли наиболее опасна для здоровья людей.

С учетом критериев определения приоритетности (канцерогены; вещества 1 и 2 класса опасности и др.) был составлен предварительный список веществ для дальнейших исследований, в который из 62 веществ вошли 25: пыль неорганическая 70– 20% SiO₂, пыль древесная, стирол, этилбензол, керосин, акрилонитрил, диизоционатметилбензол,

углеводороды предельные, взвешенные вещества, мазутная зола электростанций, 1,3-бутадиен, бензол, бенз(а)пирен, (хлорметил) оксиран (эпихлоргидрин), оксид железа, марганец и его соединения, оксид меди, свинец и его соединения, шестивалентный хром, диоксид азота, оксид азота, сажа, диоксид серы, оксид углерода, газообразные фториды.

2 этап – Оценка зависимости «доза– эффект», химических веществ, загрязняющих атмосферу. Анализ токсикологических характеристик 25 химических веществ – загрязнителей атмосферы, выбранных для дальнейшего исследования, показал, что канцерогенным действием обладают 11 веществ.

По классификации международного агентства по исследованию рака (МАИР):

– к 1 классу, т.е. с доказанной канцерогенностью для человека относятся: бенз(а)пирен, бензол, сажа, хром шестивалентный;

– к 2А классу, т.е. к вероятным канцерогенам для человека относятся: 1,3-бутадиен, свинец, толуолдиизоцианат, эпихлоргидрин;

– к 2В классу, т.е. возможным канцерогенам для человека относятся: акрилонитрил, этилбензол, стирол.

В перечень приоритетных загрязняющих веществ, для неканцерогенного риска включены 18 загрязнителей. Результаты расчетов неканцерогенных рисков, способные к развитию в результате попадания в организм ингаляционным путем, показали, что приоритетные поллютанты, загрязняющие атмосферу г. Павловска, оказывают наибольшее воздействие на органы дыхания (12 веществ) и центральную нервную систему (4 веществ). Кроме того, присутствие перечисленных ЗВ в атмосферном воздухе оказывает влияние на такие важные системы организма как: сердечно – сосудистую, иммунную, нервную, кроветворную и репродуктивную. Возможны заболевания почек, печени, зрительных органов, а также случаи преждевременной смертности населения.

Этапы «Оценка экспозиции». Павловский район располагается в зоне умеренного метеорологического потенциала загрязнения. Спокойный рельеф местности, который не оказывает существенного влияния на рассеивание ЗВ в атмосфере. В основном доминирует западное и северное направления ветра.

Чувствительность населения к действию загрязнения зависит от большого числа факторов (например, от пола, возраста, общего состояния здоровья, температуры, влажности и т.д.). Считаются более уязвимыми курильщики, страдающие астмой и хроническим бронхитом, а также дети и пожилые люди.

Принципиальным (главным) путем поступления загрязненного воздуха в организм человека является ингаляционный, т.е. вдыхание [2].

На ОАО «Павловскгранит» осуществляется производственный лабораторный контроль за содержанием в атмосфере диоксида азота и серы, пыли, углерода оксида, свинца, сажи в трех контрольных точках жилой зоны с. Шкурлат, с. Преображенка, с. Гаврильское. Обоснование выбора точек контроля было проведено с учетом количества населения, проживающего в зоне влияния горнодобывающего предприятия. В зону влияния площадок № 1, 2, попадает с. Преображенка с числом проживающих 74 человек, с. Гаврильские сады с числом проживающих 270 человек, с. Шкурлат с числом проживающих 550 человек. Всего в зоне влияния площадок № 1, 2, 4 проживает 894 человека. В СЗЗ площадки №3 населенных пунктов нет, однако в зоне влияния находится пос. Придонской (Плодосовхоз) с числом проживающих 500 чел.

В 594 точках влияния селитебной зоны от площадок № 1, 2, 4 были определены среднегодовые концентрации каждого приоритетного ЗВ и 185 точках воздействия селитебной зоны от площадки № 3. По каждому веществу из 25 загрязняющих веществ, для жилой застройки, находящейся под их воздействием, выбраны минимальные, максимальные концентрации.

Полученные расчетные концентрации ЗВ, поступающих в атмосферный воздух, ниже гигиенических нормативов.

Этап «Характеристика риска». Уровни индивидуального канцерогенного риска в контрольных точках в зоне влияния предприятия – в жилой зоне с. Преображенка, с. Гаврильские сады, с. Шкурлат составляют менее $1 \cdot 10^{-6}$ и соответствуют значениям от воздействия: сажи – $8,7 \cdot 10^{-8}$ – $2,5 \cdot 10^{-7}$, хрома шестивалентного – $2,6 \cdot 10^{-8}$ – $1,04 \cdot 10^{-7}$, бензола – $4,0 \cdot 10^{-10}$ – $2,7 \cdot 10^{-8}$, акрилонитрила – $3,4 \cdot 10^{-11}$ – $3,4 \cdot 10^{-10}$, бенз(а)пирена – $6,7 \cdot 10^{-11}$ – $3,4 \cdot 10^{-10}$, свинца – $6,2 \cdot 10^{-11}$ – $5,2 \cdot 10^{-10}$, стирола – $4,4 \cdot 10^{-12}$ – $1,0 \cdot 10^{-10}$, эпихлоргидрина – $1,0 \cdot 10^{-11}$ – $8,5 \cdot 10^{-11}$, этилбензола – $1,5 \cdot 10^{-12}$ – $9,7 \cdot 10^{-11}$, толуолдиизоцианата – $8,3 \cdot 10^{-12}$ – $8,3 \cdot 10^{-11}$, бута– 1,3– диена $7,5 \cdot 10^{-12}$ – $7,4 \cdot 10^{-11}$. Результаты индивидуальных рисков составляют величину $\leq 1 \cdot 10^{-6}$, что в соответствии с классификационной шкалой позволяет отнести их к первому диапазону, в котором полученные риски оцениваются как пренебрежимо малые, не отличающиеся от повседневных рисков.

В районе Плодосовхоза индивидуальные канцерогенные риски составят: от воздействия сажи $1,5 \cdot 10^{-7}$ – $2,0 \cdot 10^{-7}$, бенз(а)пирена – $1,8 \cdot 10^{-10}$ – $2,4 \cdot 10^{-10}$, что также относится к первому диапазону и характеризуются как пренебрежимо малые риски.

На основе расчета коэффициентов опасности была проведена оценка риска *неканцерогенных эффектов*. Ранжирование загрязняющих веществ ОАО «Павловскгранит» по величине средних значений коэффициентов опасности в зоне влияния площадок № 1, 2, 4 показало, что первое ранговое место занимает пыль неорганическая 70– 20% SiO₂, величина неканцерогенного риска от воздействия которой соответствует 0,05, на 2 месте находится серы диоксид (НҚ средний=0,0288), на 3 месте – азот диоксид (НҚ средний=0,018), на 4 месте – марганец и его соединения (НҚ средний=0,012).

Для зоны влияния от площадки №3 на первом ранговом месте находится пыль неорганическая 70– 20% SiO₂ (НҚ средний = 0,0018), на втором – серы диоксид (НҚ средний = 0,00098).

Средние значения коэффициентов опасности всех веществ ниже допустимого уровня – «единицы» и менее 0,1.

Анализ максимальных значений рассчитанных коэффициентов опасности в жилой зоне, находящейся в зоне влияния промплощадок № 1, 2, 4 показал, что от воздействия пыли неорганической 70 – 20% SiO₂ величина неканцерогенного риска соответствует 0,2, для остальных 17 загрязняющих веществ значения ниже допустимого уровня – «1» и менее 0,1. Неканцерогенный риск от всех 9 приоритетных загрязнителей в жилой застройке в зоне влияния промплощадки № 3 составляет $< 0,1$.

Под воздействием выбросов от промышленных площадок №№1, 2, 4, исследуемые ЗВ оказывают влияние в жилой зоне: на органы дыхания (12 веществ), центральную нервную и кроветворную систему (по 4 вещества); процессы развития, системные нарушения (по 3 вещества); почки, печень, приводят к преждевременной смертности (по 2 вещества).

В зоне влияния промплощадки № 3 загрязняющие вещества воздействуют на органы дыхания (8 веществ), кровь (3 вещества), центральную нервную систему (2 вещества).

В зоне влияния промплощадок № 1, 2, 4 при существующем положении и на перспективу максимальные суммарные индексы опасности (НІmax) при воздействии на органы дыхания составляют 0,34. Суммарные неканцерогенные риски при воздействии на кроветворную систему, печень, почки, центральную нервную систему, процессы развития, преждевременную смертность, системные нарушения менее 0,1.

Максимальные суммарные индексы опасности (НІmax) в жилой зоне, находящейся в зоне влияния промплощадки № 3 при воздействии приоритетных ЗВ на центральную нервную систему, кроветворную систему, органы дыхания $< 0,1$.

Данные уровни риска можно оценить, как допустимые.

Результаты расчетов по оценке риска для здоровья могут быть использованы с целью обоснования приоритетных мероприятий в планах действия по охране окружающей среды и оценки их эффективности, а также в принятии управленческих решений в отношении средств и способов защиты здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации «Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду» от 24.07.2000 // Под редакцией С.М. Новикова, Ю.А. Рахманина, Н.Н. Филатова и др. – М.: ЦГСЭН в г. Москве, 2000. – 53 с
2. Ревич Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения: Введение в экологическую эпидемиологию. – М.: МНЭПУ, 2001.– 235 с.
3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920– 04). – М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

УДК 550.8

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВЫХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ КАРЫМШИНСКОЙ ПЛОЩАДИ (УСТЬ – БОЛЬШЕРЕЦКИЙ И ЕЛИЗОВСКИЙ РАЙОНЫ, КАМЧАТСКИЙ КРАЙ)

Решетников М.М.

Воронежский государственный университет

Аннотация: В работе рассмотрены формирующиеся экологические риски, возникающие при проведении поисковых геологоразведочных работ на примере Карымшинской площади (Камчатка). В качестве природных факторов среды, испытывающих негативное воздействие при осуществлении буровых работ, выделены: шумовое поле, ландшафт, природные мерзлотные условия, водные объекты. Представлен комплекс реабилитационных мероприятий по обеспечению комфортности среды обитания.

Ключевые слова: экологические риски, горнопроходческие работы, преобразование, шумовое поле, ландшафт, водные объекты, Камчатка.

ENVIRONMENTAL RISKS WHEN CONDUCTING SEARCH EXPLORATION WORK ON THE EXAMPLE KARYMSHINSKII AREA (UST – BOLSHERETSK AND YELIZOVO DISTRICTS, KAMCHATKA KRAI)

Reshetnikov M. M.

Annotation: The paper discusses the emerging environmental risks associated with conducting search exploration work on the example Karymshinskii area (Kamchatka). The following are identified as natural environmental factors that have a negative impact during drilling operations: noise field, landscape, natural permafrost conditions, and water bodies. A set of rehabilitation measures to ensure the comfort of the environment is presented.

Keyword: environmental risk, mining operations, conversion, landscape, water bodies, Kamchatka.

Карымшинская площадь расположена в юго – восточной части Камчатского полуострова и административно входит в состав Усть – Большерецкого и Елизовского районов Камчатского края в пределах листа N– 57– XXVI (Рис. 1). Площадь участка работ составляет 41,8 км². Основным орографическим элементом района являются хребты Карымшинский и

Балаганчик, горные цепи которых вытянуты в субширотном направлении. Максимальные абсолютные отметки вершин этих хребтов изменяются в пределах 1000– 1300 м, господствующей вершиной является г. Толстый Мыс (1341,7 м).

Гидрографическая сеть на рассматриваемой территории густая и ветвистая. Все водотоки в пределах площади относятся к бассейнам рек Карымшины, Поперечной,левой, Средней и Правой Карымчины. Быстрое течение (2– 4 м/сек.), V – образные и каньонообразные долины, множество мелких перекатов характеризуют их как типично горные реки. Река Карымшина и ее притоки занимает большую часть площади работ и берет свое начало с восточных отрогов хребта Балаганчик, пересекая площадь с запада на восток, и впадает в реку Паратунка в ее среднем течении.

Растительность района представлена древесными, кустарниковыми и травянистыми видами, распределение которых соответствует вертикальной зональности. Нижние части склонов и долины рек покрыты березовым лесом с густым кустарниковым подлеском и травяной растительностью. В поймах крупных рек растут тополь, ветла, ольха; буйные заросли шаломайника, крапивы и прочего высокотравья, которые достигают высоты 1,5 – 2,0 м и образуют труднопроходимые густые заросли. Гипсометрически выше (до 600 – 800 м) преобладают кедровый и ольховый стланики.

Карымшинское рудное поле расположено в пределах Южно – Камчатского рудного района для которого характерна высокая золоторудная продуктивность неогеновых вулканогенных образований. На рассматриваемой территории наибольшее распространение получили миоценовые вулканиты, с которыми связаны рудопроявления, в меньшей степени плиоценовые и эоплейстоценовые. Все вулканогенные образования на последних геологических картах, включая покровную и субвулканическую фации, объединены в вулканические комплексы (эоплейстоцен), левоопалинский базальтовый (эоплейстоцен – ранний неоплейстоцен).

При проведении горнопроходческих геологоразведочных работ формируется негативное воздействие на компоненты природной среды. В наибольшей степени экологические риски представлены в части изменения ландшафтов, формировании техногенных шумовых полей, загрязнении водных объектов.

Возникающий при производстве горно – буровых работ шум ухудшает качество среды обитания человека и животных на близлежащей территории. По опыту работ, воздействие шума от движения транспорта и работы буровой установки считается ощутимым на расстоянии до 1000 м.

Животные, обитающие на планируемой для отработки территории и эпизодически заходящие на нее, будут подвергаться шумовому воздействию, однако это будет кратковременным и только на близком расстоянии. Непосредственно на Карымшинской площади и близлежащей территории в радиусе до 20 км населенные пункты отсутствуют. Проектная площадь не относится к пастбищным угодьям для выпаса домашнего оленя.

На Карымшинской площади места непосредственного производства горно – буровых работ характеризуются отсутствием растительности (крутые горные осыпные склоны). Проведение работ трансформирует ландшафт, что проявляется в развитии осыпных и оползневых процессов, в изменении мерзлотно – гидрогеологической обстановки днищ речных долин.

Техногенные экологические риски формируются в процессе производства буровых работ в виде образования блока отходов, которые включают:

- Отработанные масла, количество которых зависит от общего количества ГСМ, которые необходимо для эксплуатации всей необходимой техники. В целях предупреждения загрязнения близлежащих водотоков площадки для хранения отработанных масел по периметру должны ограждаться предохранительным земляным валом высотой 1,0 м.
- Металлолом, который образуется в результате проведения ремонтных работ на буровой вышке, бульдозерах, вездеходах, ДЭС и электротехническом оборудовании.

Металлический лом по мере необходимости должен вывозиться на промплощадки для хранения металлического лома, где и происходит его накопление.

- Хозяйственно – бытовые отходы, которые образуются в результате создания бытовых условий для работников, задействованных в полевых условиях для проведения проектных работ.

- Хозяйственно – бытовые стоки, формирующиеся в результате бытовых расходов персоналом воды (приготовление пищи, соблюдение гигиены и т.д.) при проживании его на полевой базе, а так же при ведении буровых работ.

Отходы производства и потребления на участках проведения буровых работ должны размещаться на специальных площадках, однако в реальных условиях это правило соблюдается либо частично, либо практически не соблюдается. Данное обстоятельство формирует экологические риски, связанные с возможным загрязнением почв и водных объектов. При строительстве полевой базы, дорог также происходит нарушение почвенно – растительного слоя. В этой связи запрещается движение транспорта вне дорог. Воздействие на водные объекты осуществляется при переездах через водотоки гусеничного транспорта. Следует подчеркнуть, что в пределах Камышинской площади имеет место значительное количество мелких водотоков. Экологические риски при движении транспорта проявляются в повышении мутности и загрязнении воды нефтепродуктами.

По мере продвижения горно – буровых работ происходит постепенное вытеснение животных с мест обитания. При исчезновении фактора беспокойства (по окончании работ) можно ожидать возвращения и восстановления их численности.

Анализ экологических рисков, возникающих при проведении буровых геологоразведочных работ в пределах Камышинской площади, выявил их влияние на ландшафты, поверхностные воды, почвеннорастительный слой. В условия дискомфорта попадают представители животного мира. В настоящее время существует комплекс мероприятий, которые геологические организации должны соблюдать при проведении геологоразведочных работ. В особенности это важно в природных условиях Камчатки, отличающихся ранимостью компонентов природной среды в результате техногенных воздействий. Неблагоприятным фактором является низкий уровень соблюдения природоохранных мероприятий, что является причиной формирования дискомфортных условий среды обитания при проведении буровых работ в пределах исследуемой площади.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная

1. Петренко И. Д. Золото– серебряная формация Камчатки. 1999г.
2. Степанов В.А. Платино– золото– ртутная геохимическая специализация Камчатки. 2018г.
3. Д. В. Коваленко. Тектоника и магматизм Камчатки. 2010г.
4. Ширков Е.Э., Ширков Э.И., Дьяков М.Ю. Природно– ресурсный потенциал Камчатки, его оценка и проблемы использования в долгосрочной перспективе.

Фондовая

5. Гидрогеология СССР. Том 29. Камчатка, Курильские острова и Командорские остров. Недра, Москва, 1972 г., 364 стр., УДК: 551.49 (571.66). Голева Г.А.
6. Карта полезных ископаемых Камчатской области. 1:500000 Камчатприродресурс, 1999 г. Литвинов А.Ф., Марковский Б.А., Патока М.Г.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГЕОСФЕР В РАЙОНАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Санакулов К.С.

(Навоийский государственный горный университет, г. Навоий, РУз),

Воробьев А.Е.

(РУДН, г. Москва, РФ)

Аннотация: Представлена трансформация экологических функций геосфер в районах функционирования золотодобывающих предприятий. Детализированы нарушения окружающей среды от каждого технологического процесса: взрывания горной массы, ее переэкскавации, открытых и подземных работ, формирования отвалов и хвостохранилищ. Показано подобие и отличия от природных речных систем.

Summary: Transformation of ecological functions of geospheres in areas of functioning of the gold mining enterprises is presented. Violations of the environment from each technological process are detailed: detonations of mountain weight, its reexcavation, open and underground works, formations of dumps and tailings dams. The similarity and differences from natural river systems is shown.

Ключевые слова: золотодобывающее предприятие, выбросы, сбросы, стоки, геосферы.

Keywords: gold mining enterprise, emissions, dumpings, drains, geospheres.

В мире в 2019 г. было добыто свыше 3500 т золота, из этого количества более 90 % золота было добыто методом цианирования руд на золотоизвлекающих фабриках или площадках кучного выщелачивания [1–3, 5].

Золотодобывающие горные предприятия (карьеры, рудники, золото извлекающие фабрики и аффинажные заводы), как правило, оказывают значительное влияние на окружающую среду: от образования громадных выемок (глубина карьера Бингем – Каньон в США достигает 1,2 км, а ширина – 4 км) и подземных выработок (глубина золотодобывающей шахты Тау – Тонав ЮАР составляет более 4,5 км) до за складированных отвалов и хвостов (в Российской Федерации общая масса твердых минеральных отходов уже превышает 20 млрд. т), а также продуктов химических реагентов, применяемых при технологических процессах. В среднем, горнодобывающие компании производят около 20 т различных токсичных отходов на производство каждых 10 г золота. Россыпная добыча золота осуществляется путем просеивания русел рек или пляжных песков и в результате нарушает их русла и другие гидрологические особенности, а также сложившееся геоморфное состояние.

Также необходимо отметить, что в зоне действия золотодобывающих предприятий практически повсеместно наблюдается выбросы токсичных соединений в приземную атмосферу, а также стоки из их хвостохранилищ (вследствие утечек остатков технологических растворов, содержащих различные тяжелые и токсичные металлы).

Процесс буровзрывных работ на руднике влечет за собой нарушение гидрогеологических условий рельефа (разрушение горного рельефа и появление в нем различной величины трещин) [4]. Вследствие образования множества трещин в скальных горных массивах и попадания в них влаги от атмосферных осадков происходит активная инфильтрация атмосферных осадков, а также различные химические реакции, переносимые в подземные воды.

При ведении горных работ с применением взрывчатых веществ, переэкскавации горной массы и складировании минеральных отходов наблюдается значительная запыленность приземной атмосферы. Пыль, осаждаясь на земельные участки вокруг золотодобывающего предприятия, приводит к химическому и механическому изменению состава почв [4]. Например, в почвах, примыкающих к золотоизвлекающему заводу (Оман) содержатся следующие концентрации металлов (мг/кг) [7]: Cu – 3240, Mn – 2865, Sr – 680, Al – 108476, Zn –

964, Fe – 14108, Ni – 282, Cr– 486, V – 290, Cd – 5.33, Pb – 96.82, Mo– 4.54, Co – 101.2, В– 316.1, Ва – 118.5, Li – 30.63, К– 13970, Na– 2410, Mg – 51571, Са – 58882, S – 24106.

Золотодобывающие предприятия в чем – то играют в биосфере функции речных систем, которые разрушают и измельчают скальные и другие породы, их выщелачивают, усредняют и перемещают на значительные расстояния, повышая плодородие почв речных долин и дельт.

Однако, золотодобывающие предприятия, извлекая из недр различные минералы (полезная для биосферы функция) зачастую оперируют довольно токсичными минералами (содержащими, например, мышьяк), к тому же используют при переработке руд токсичные реагенты (цианиды, ртуть и др.), образуя техногенные геосистемы, в виде кардинально измененных специфических форм рельефа местности, на основе отвалов пустых пород и водоемов хвостохранилищ.

Кроме того, если речные системы образуют свою продукцию в течении длительного периода времени и на продолжительных расстояниях (так, длина р. Лена, которая протекает через территорию с месторождениями и рудопоявлениями золота, составляет 4 294 км), то золотодобывающие предприятия складывают свою продукцию на довольно ограниченной площади горного отвала, что негативно сказывается на прилегающей биосфере (что приводит к возникновению неблагоприятных экологических ситуаций на территориях более 4 млн. гектаров).

Еще одним важным фактором изменения прилегающих геосфер является закисление сбрасываемых вод (карьерных, шахтных, отвалных), которое происходит при химическом выветривании сульфидов (которые ранее, в недрах, находились в устойчивой в целом бескислородной обстановке). В результате рН сбрасываемых из золотодобывающих предприятий может достигать значения 3,6 и получать буро – красную окраску (рис. 1).



Рис. 1. Буро– красный цвет рудничных вод (Португалия) [6]

Необходимо отметить, что золотодобывающие предприятия при своем функционировании приводят к резкому уничтожению на территориях горного отвала почвы и растительности и в результате здесь формируются пустынные техногенные ландшафты, что приводит к утрате биоразнообразия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникин А.В., Воробьев А.Е. Горно– технологический аудит золотодобывающей компании ЗАО «Васильевский рудник». М., Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». 2013. 317 с.

2. Воробьев А.Е., Гладуш А.Д. Геохимия золота. Ресурсы и технологии России. – М.: Изд-во РУДН. 2000. – 431 с.
3. Воробьев А.Е., Козырев Е.Н., Каргинов К.Г., Ашихмин А.А. Физико– химическая геотехнология золота. – Владикавказ: Ремарко, 2001. – 568 с.
4. Иметхенов А.Б., Хартиков Л.Н. Анализ воздействия золотодобывающих предприятий на окружающую среду (на примере рудника «Ирокинда» ОАО «Бурятзолото») // Вестник ВСГУТУ. 2013. С. 178– 182.
5. Хабиров В.В., Забельский В.К., Воробьев А.Е. Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья / Под ред. акад. Н.П. Лаверова. – М.: Недра, 1994. – 272 с.
6. Environmental impact of mining // https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impact_of_mining#Tailings.
7. Sabah Ahmed Abdul– Wahab, Fouzul Ameer Marikar. The environmental impact of gold mines: pollution by heavy metals // Cent. Eur. J. Eng. N 2(2). 2012. Pp. 304– 313. DOI: 10.2478/s13531– 011– 0052– 3.

УДК 55

ФОНОВОЕ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ – НОВЫЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О СВОЙСТВАХ ЛИТОСФЕРЫ И ТРАНСФОРМАЦИИ ЕЁ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

*Сафронич И.Н., igor@geophys.vsu.ru
ФГБОУ ВО «ВГУ»; ФГБУН ФИЦ ЕГС РАН, г. Воронеж, Россия*

Аннотация: В результате проведенных исследований установлено наличие природной фоновой составляющей в сейсмическом поле платформенной территории – Воронежского кристаллического массива, содержащей информацию не только о его геологическом строении, но и о геологических процессах, протекающих в приповерхностной части литосферы. Рассмотрен авторский метод выделения микросейсмического фона из записи микросейсмического шума с расчетом его трехкомпонентной модели, являющейся амплитудно – частотной характеристикой стационарной составляющей микросейсмического шума. Показано, что сравнение модели и осредненного амплитудно – частотного спектра рассчитанных по одним и тем же данным позволяет на выбранном интервале записи оценить уровень и диапазоны частот присутствующих в нем нестационарных составляющих, т.е. помех любого генезиса. Предложено взаимно – однозначное преобразование трехкомпонентной модели микросейсмического фона из «сейсмологического» представления в «геофизическое», которое позволяет разделить на независимые друг от друга амплитудно– частотные составляющие. Однотипность параметров используемых для характеристики микросейсмического шума в частотной и во временной области позволяет применять геофизическое представление к трём компонентам уровня микросейсмического шума, рассчитанного на выбранном интервале и в выбранном диапазоне частот. Это позволяет расширить границы использования фонового микросейсмического поля, и делает возможным изучение трансформации экологических функций литосферы в режиме мониторинга.

Ключевые слова: Микросейсмическое поле, Микросейсмический фон, Модель микросейсмического фона, Спектр Накамуры, Сейсмологическое и геофизическое представления моделей.

BACKGROUND MICROSEISMIC FIELD – A NEW AND PROMISING SOURCE OF INFORMATION ABOUT THE PROPERTIES OF THE LITHOSPHERE AND THE TRANSFORMATION OF ITS ECOLOGICAL FUNCTIONS

Abstract: As a result of the study, the presence of a natural background component in the seismic field of the platform territory of the Voronezh crystal massif was established, which contains information not only about its geological structure, but also about geological processes occurring in the near– surface part of the lithosphere. The author's method of isolating the microseismic background from the recording of microseismic noise with the calculation of its three– component model, which is the amplitude– frequency characteristic of the stationary component of microseismic noise, is considered. It is shown that a comparison of the model and the averaged amplitude– frequency spectrum calculated from the same data makes it possible at the selected recording interval to estimate the level and frequency ranges of non– stationary components present in it, i.e., interference of any Genesis. A one– to– one conversion of a three– component model of the microseismic background from a "seismological" representation to a "geophysical" one is proposed, which makes it possible to divide into independent ones the amplitude– frequency components. Two of them, which are quite stable, characterize the geological structure at the observation point, and the third, the vertical component, which has less stability from the time of day and contains, in addition to the technogenic load, a microseismic background that reflects geological processes occurring in the near– surface part of the lithosphere. The same type of parameters used to characterize microseismic noise in the frequency and time domain allows us to apply the geophysical representation to the three components of the microseismic noise level calculated for the selected interval and in the selected frequency range. This allows us to expand the boundaries of using the background microseismic field, and makes it possible to study the transformation of the ecological functions of the lithosphere in the monitoring mode.

Keywords: Microseismic field, Microseismic background, microseismic background model, Nakamura spectrum, Seismological and geophysical representations of models

Развитие и успешное использование методов пассивной сейсморазведки показывают высокую информативность микросейсмического поля. В работе [1] авторы, обобщив результаты исследований, полученные ими и другими учеными до 1980- го года, предположили существование “поля микросейсмических колебаний” тесно связанного “со строением геологической среды”, а также о возможности в будущем использовать “микросейсмические случайные колебания наравне с колебаниями от импульсных или гармонических источников для изучения строения реальных сред”. Однако активное использование микросейсмического поля для решения прикладных задач стало возможным только в 90-х годах прошлого века после интенсивного развития инструментальной базы наблюдательной сейсмологии, значительно расширившей диапазоны регистрации, как в частотной, так и в амплитудной области. В это же самое время начинает формироваться и сама экологическая геология.

На современном этапе активному развитию пассивных методов сейсмологических исследований способствует их экологическая чистота, меньшие затраты ресурсов, а также возможность изучения геологической среды в её невозмущенном состоянии. Сегодня они используются для решения широкого круга задач: поиск залежей углеводородного сырья; изучение неоднородных геологических структур; фундаментальных исследований геосреды; разработка методов прогноза возможных катастроф; развитие новых методов поиска, разведки и контроля разработки полезных ископаемых; микросейсмического районирования территорий; краткосрочного прогноза землетрясений; прогноза локальных геодинамических рисков территории по анализу динамики микросейсмического вектора.

Широкий диапазон возможностей и основные преимущества методов пассивной сейсморазведки делают возможным и даже целесообразным применение их в экологической геофизике, главной целью которой является исследование масштабов воздействий физических

полей на среду обитания человека, а также выявление физических условий, благоприятных для жизни людей и других живых организмов. Как видно из примеров использования, “пассивные” методы могут найти применение не только для изучения геофизической, но также геодинамической и ресурсной, а возможно даже геохимической экологических функций литосферы.

Согласно с общей систематикой экологических функций литосферы и составляющих их категорий, приведенной в работе [2], видно, что сейсмическое поле представлено в этой классификации только его частным случаем вибрационным полем, создаваемым техногенными источниками. В качестве природного источника сейсмического поля рассматриваются землетрясения, безусловно оказывающие существенное воздействие, как на среду обитания, так и на самого человека. Таким образом, предполагалось, что сейсмическое поле между землетрясениями создается только техногенной нагрузкой.

Однако сегодня понятно, что в сейсмическом поле присутствует фоновая составляющая, в которой содержится геолого – геофизическая информация о приповерхностной части литосферы и протекающих в ней разнообразных геологических процессах, о которых писали в своих трудах еще М.В. Ломоносов и В.И.Вернадский. Земля как планета претерпевает определенную геофизическую и геохимическую эволюцию. При этом, эволюция Земли носит не беспорядочный, случайный характер, а, напротив, подчиняется определенным закономерностям, которые можно наблюдать на поверхности планеты. С этой точки зрения, источником фонового микросейсмического поля может быть эндогенная энергия, которая является основным фактором геологической эволюции Земли.

Понятно, что геологическая жизнь Земли достаточно сложный и многогранный процесс. Для его изучения с помощью фонового микросейсмического поля необходимо иметь начальные представления о том, что оно из себя должно представлять и какими свойствами обладать. Исходя из общих соображений, можно предположить, что если микросейсмическое поле отражает жизнь Земли, то фоновое микросейсмическое поле должно присутствовать всегда и везде. Также понятно, что в фоновом микросейсмическом поле должно присутствовать не менее 2-х составляющих, одна из которых отражает вариации эндогенной энергии, а другая характеризует геологическое строение места наблюдения. Таким образом, в фоновом микросейсмическом поле содержится информация, как о «движущей силе» трансформаций геологической среды, так и её текущем состоянии, что делает его применение в рамках экологической геологии выгодным и полезным.

Однако фундаментальное изучение фонового микросейсмического поля возможно только в Антарктиде, где полностью отсутствует техногенная составляющая, т.е. отсутствует основной элемент экологической геологии – население, создающее на исследуемой территории антропогенные воздействия, превышающие в несколько раз уровень фонового микросейсмического поля. Поэтому для прикладного использования методов пассивной сейсморазведки в экологической геологии необходимо решить задачу получения параметров фонового микросейсмического поля в условиях действия антропогенных помех и выделить составляющих, характеризующих как эндогенную энергию, так и состояние геологической среды.

Для дальнейшего изложения введем ряд определений. Микросейсмическое поле в пункте наблюдения создает сложный волновой процесс, регистрируемый сейсмической станцией – микросейсмический шум. На рис. 1 приведен пример трехкомпонентной записи и амплитудно – частотный спектр микросейсмического шума на расположенной в Лосевской шовной зоне сейсмической станцией «Сторожевое». Как видно из рис 1а, запись микросейсмического шума представляет собой разложение движения грунта по трем направлениям Z – вертикальный (вверх– вниз) и два горизонтальных NS – (север – юг) и EW – (восток – запад). Для числовой характеристики микросейсмического шума во временной области используется уровень его амплитуды, т.е. средняя амплитуда записи на определенном временном интервале в выбранном диапазоне частот. В частотной области аналогичной числовой характеристикой микросейсмического шума является амплитудно – частотный

спектр Фурье (рис. 1б), представляющий набор осредненных амплитуд на частотах гармоник. Более информативными и часто используемыми являются амплитудно – частотные характеристики микросейсмического шума.

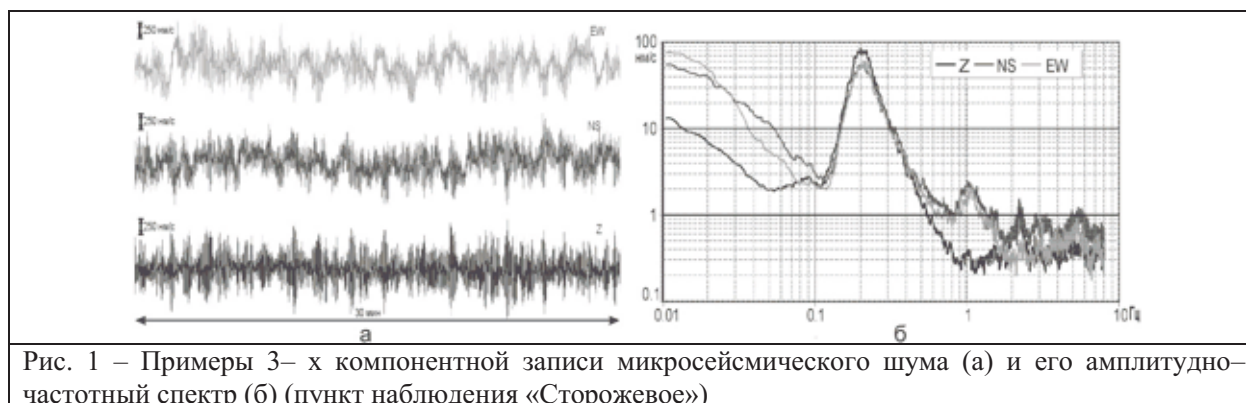


Рис. 1 – Примеры 3-х компонентной записи микросейсмического шума (а) и его амплитудно–частотный спектр (б) (пункт наблюдения «Сторожевое»)

Изучение на территории Воронежского кристаллического массива (ВКМ) осредненных амплитудно – частотных спектров микросейсмического шума выявило ряд его особенностей. Если взять 4-х часовой интервал записи микросейсмического шума, максимально свободный от помех, разделить его на 96, перекрывающихся на 50% фрагментов (5 мин). Затем используя преобразование Фурье с весовым окном Хемминга, рассчитать для каждого фрагмента сглаженный по трем значениям амплитудный спектр, и вычислить для каждой амплитуды гармоники её среднее значение (СА) и среднеквадратичное отклонение (СКО). То полученные коэффициенты корреляции частотных зависимостей СА и СКО всех трёх каналов будут не ниже 0.9, что говорит о тесной связи параметров прямого характера, т.е. почти функциональной зависимости. Кроме того, распределение значений коэффициентов вариаций ($K_{var} = \text{СКО}/\text{СА} \cdot 100\%$), рассчитанных для амплитуды каждой гармоники близок к одномодальному (мода = 25%). Это показывает присутствие в микросейсмическом шуме непрерывного, однородного ($K_{var} < 33\%$), широкополосного процесса (во всем диапазоне частот $K_{var} = \text{const}$) – микросейсмического фона, который характеризует в пункте наблюдения фоновое микросейсмическое поле. Стоит заметить, что данное свойство наблюдается не только на непрерывном интервале записи с минимальным уровнем помех, но и выполняется для набора фрагментов, выбранных из суточных записей в ночное время, то позволяет считать микросейсмический фон квазистационарным процессом.

Таким образом, на территории Воронежского кристаллического массива (ВКМ) существует фоновое микросейсмическое поле (ФМП), которое создает в пунктах наблюдения широкополосный, непрерывный, однородный, квазистационарный сейсмический процесс – микросейсмический фон (МФ), отражающий в пункте наблюдения вариации фонового микросейсмического поля.

МФ является составной частью микросейсмического шума (МШ), который в свою очередь является сложным сейсмическим процессом, включающим также антропогенную нагрузку, транспортные помехи, «сейсмические бури», волновые поля от взрывов и землетрясений. Основные отличия МФ от других процессов присутствующих в микросейсмическом шуме являются его непрерывность, широкополосность и однородность, т.е. микросейсмический фон на записях присутствует всегда, отсутствуют диапазоны частот, в которых не было бы его составляющих, а рассчитанная для МФ средняя амплитуда каждой гармоники является типичной величиной. Другими словами: на исследуемом интервале микросейсмический фон является стационарной (постоянной) составляющей микросейсмического шума [3].

Задача выделения на исследуемом интервале записи постоянной составляющей в условиях не постоянно действующих произвольных помех не является классической. Основная идея авторского метода выделения микросейсмического фона состоит в одновременном учете

всех полученных его свойств, что ранее не использовалось в других методах. Разделим исходную запись МШ на статистически значимое количество фрагментов равной длительности (без пропусков, а лучше с 50% перекрытием). Каждый фрагмент записи разложим на аддитивные составляющие (гармоники), используя преобразование Фурье. Затем по каждой частоте выберем гармонику с минимальной амплитудой, что для данной исходной записи в условиях конечной длительности помех гарантирует их максимальное отсутствие в амплитуде выбранной гармоники. Тогда сумма всех выбранных гармоник будет реализацией записи микросейсмического фона, а сглаженный график зависимости амплитуд гармоник от частоты можно использовать для характеристики микросейсмического фона в данном пункте наблюдения.

Математически эту амплитудно – частотную характеристику фона можно записать так:

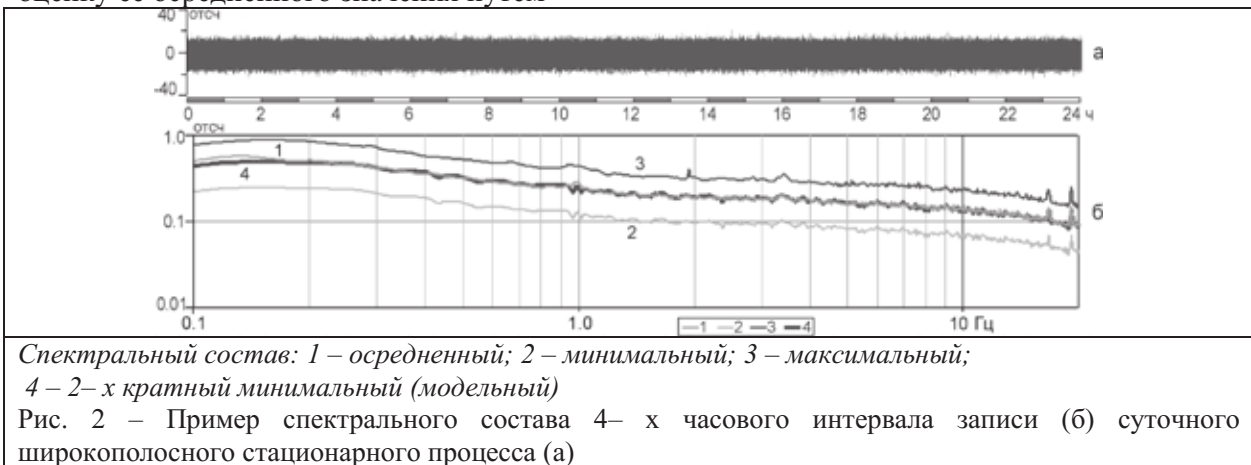
$$S(f) = \left\{ \begin{array}{l} \min[S_1^1, ..., S_1^i, ..., S_1^k](f_1) \\ \dots\dots\dots \\ \min[S_j^1, ..., S_j^i, ..., S_j^k](f_j) \\ \dots\dots\dots \\ \min[S_n^1, ..., S_n^i, ..., S_n^k](f_n) \end{array} \right\}, \quad (1)$$

где f_j – частота (гармоника), а S_j^i – спектральная амплитуда i – ого окна для j – той частоты.

Предлагаемая характеристика $S(f)$ не является спектром мощности. Это связано с тем, что для получения физически осмысленного результата предлагаемым методом используется аддитивность амплитудного спектра.

Проиллюстрируем вышесказанное на модельном примере. На рис. 2а представлена суточная запись, полученная на канале регистратора с большим коэффициентом усиления без подключения сейсмометра, которая представляет широкополосный, однородный, стационарный процесс (окрашенный Гауссов белый шум).

Как видно из рис. 2а на записи практически отсутствуют видимые вариации амплитуд на волновой форме, что позволяет выбрать для анализа любой 4-х часовой интервал. На рис. 2б приведены амплитудно – частотные характеристики, рассчитанные по 96 амплитудно – частотным спектрам 5-ти минутных фрагментов взятых с 50% перекрытием: осредненная спектральная амплитуда (1), минимальная $[S(f)]$ (2), максимальная (3). Как видно полученные графики (1– 3) в логарифмическом масштабе практически параллельны, т.е. значения их амплитуд пропорциональны. Тогда для стационарного процесса, коим является микросейсмический фон, по любой минимальной или максимальной границе можно получить оценку её осредненного значения путем



умножения на соответствующий коэффициент. В приведенном примере характеристика (4), полученная умножением нижней границы на 2 в среднем совпадает с осредненной характеристикой (1), что позволяет использовать её в качестве оценки осредненной

амплитудно – частотной характеристики стационарного процесса. В условиях действия помех верхняя граница амплитудного спектра микросейсмического шума всегда содержит помехи, а его нижняя минимальная граница при отсутствии непрерывных помех на выбранном интервале максимально близка к нижней границе микросейсмического фона. Применяя терминологию Петерсона, сглаженную характеристику $2 \cdot S(f)$ можно считать эмпирической моделью микросейсмического фона в данном пункте наблюдения. Включая в расчет интервалы с минимальной антропогенной нагрузкой (ночные часы) и без «сейсмических бурь» получаемая эмпирическая модель будет характеризовать в пункте наблюдения фоновое микросейсмическое поле (ФМП). Таким образом, первая часть поставленной задачи решена, т.е. разработан метод выделения амплитудно – частотной характеристики – модели микросейсмического фона (модель МФ), включающей три составляющие {Z, NS, EW} соответствующих основной системе трехкомпонентной регистрации используемой в сейсмологии.

Для решения второй части задачи вначале определим, присутствуют ли в суточных моделях нужных нам составляющие. Анализ эмпирических моделей рассчитанных на суточном интервале записи показал, что получаемые суточные модели МФ в каждом пункте на платформенной территории достаточно стабильны, модели МФ в разных пунктах имеют значимые различия, хотя в отдельных диапазонах частот они совпадают (рис. 3).

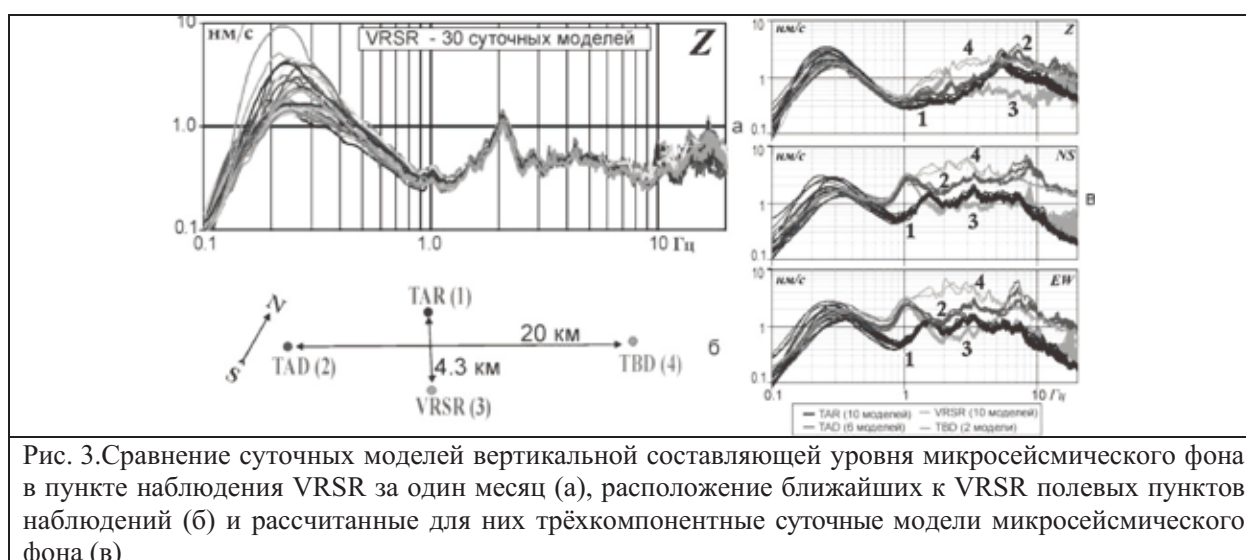


Рис. 3. Сравнение суточных моделей вертикальной составляющей уровня микросейсмического фона в пункте наблюдения VRSR за один месяц (а), расположение ближайших к VRSR полевых пунктов наблюдений (б) и рассчитанные для них трёхкомпонентные суточные модели микросейсмического фона (в)

На рис. 3 а собраны суточные модели уровня вертикальной составляющей в одном и том же пункте наблюдения в течение зимнего месяца. Как видно из рис. 3 а наиболее стабильным диапазоном частот является 1.0– 10 Гц. В диапазоне частот ниже 1 Гц менее половины моделей имеют повышенные значения, что объясняется присутствием на этих суточных записях «сейсмической бури», длительность которой может достигать нескольких суток. На рис. 3 б представлено пространственное расположение четырех пунктов наблюдений, для которых построены несколько трехкомпонентных суточных моделей МФ (рис. 3 в).

Как видно из рис. 3 в трехкомпонентные суточные модели МФ хорошо группируются по пунктам наблюдения, при этом в разных пунктах наблюдений расположенных на площади $5 \times 20 \text{ км}^2$ они имеют существенные различия. В диапазоне частот штормового микросейсма (0.1– 0.4 Гц) присутствует «группировка» моделей по станциям, работавшим одновременно, т.е. вариации микросейсмического поля регионального уровня находят отражения в моделях разных пунктов наблюдений. На более высоких частотах наблюдаются пересечения моделей в отдельных диапазонах частот. Используя общепринятое предположение, о том, что амплитудно– частотный состав фона является аналогом распределения параметра с глубиной (ниже частота – больше глубина), можно дать осмысленную геологическую интерпретацию: геологическое строение под пунктами наблюдения, ниже какой – то глубины, совпадает, а зоны пересечения моделей могут соответствовать однотипному строению отдельных геологических

ярусов под соответствующими пунктами наблюдений. Это позволяет предположить, что суточные модели МФ в пунктах наблюдения с близким геологическим строением не должны иметь сильных отличий.

Это предположение проверено в работе [4], где показана принципиальная возможность использования модели микросейсмического фона в трехкомпонентном (сейсмологическом) представлении $\{Z, NS, EW\}$ для выделения однотипных пород докембрийского фундамента платформенной территории, что позволило подтвердить присутствие в фоновом микросейсмическом поле информация о геологическом строении в пункте наблюдения. В ходе выполнения работы выяснилось, что трехкомпонентное представление не обеспечивает достаточную стабильность получаемых моделей, рассчитанных на интервалах менее суток (например, на 3 – х часовых интервалах), и сильно зависит от уровня техногенной нагрузки в пункте наблюдения. Для коррекции использовалось свойство микросейсмического поля, обнаруженное Накамурой, которое показывает наличие линейной зависимости между компонентами спектральных амплитуд микросейсмического шума [5]. Согласно его представлениям отношение H/V (спектр Накамуры) является передаточной характеристикой среды. Оно связывает вертикальную (V) составляющую микросейсмического фона (аналог «входного сигнала»), с горизонтальной (H) («выходной сигнал»). Дополнив его взаимосвязью горизонтальных составляющих, получим следующее взаимно однозначное преобразование модели МФ из «сейсмологического» представления $\{Z, NS, EW\}$ в «геофизическое» $\{Z, TF, AN\}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} Z = Z \\ TF = (NS + EW)/2 \times Z \\ AN = NS/EW \end{array} \right\} \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} Z = Z \\ NS = 2 \times TF \times Z \times AN / (1 + AN) \\ EW = 2 \times TF \times Z / (1 + AN) \end{array} \right\} \quad (2)$$

Формула (2) позволяет преобразовать модели горизонтальных составляющих в независимые друг от друга безразмерные величины, которые как то характеризуют геологическое строение в пункте наблюдения. При этом вертикальная модель МФ (размерная) отражает изменения амплитудно– частотного состава фонового микросейсмического поля.

Для иллюстрации выше сказанного сравним модели МФ в различных представлениях. На рис. 4а приведены 15 моделей МФ, рассчитанные для 6-ти часовых ночных интервалов (21:00 – 03:00), выбранных с минимальным уровнем помех в мае 2020 года. Для расчета моделей каждой компоненты использовалось 144 амплитудных Фурье спектров 5-ти минутных фрагментов, выбранных с 50% перекрытием. Для лучшего понимания полученного результата рассмотрим его в сравнении с осредненными спектрами, рассчитанными по тем же 144 амплитудным спектрам Фурье для тех же 6-ти часовых интервалов. Используя формулу (2) преобразуем осредненные трехкомпонентные амплитудно– частотные спектры в геофизическое представление. Частотные характеристики, полученные обоими способами, приведены на рис. 4.

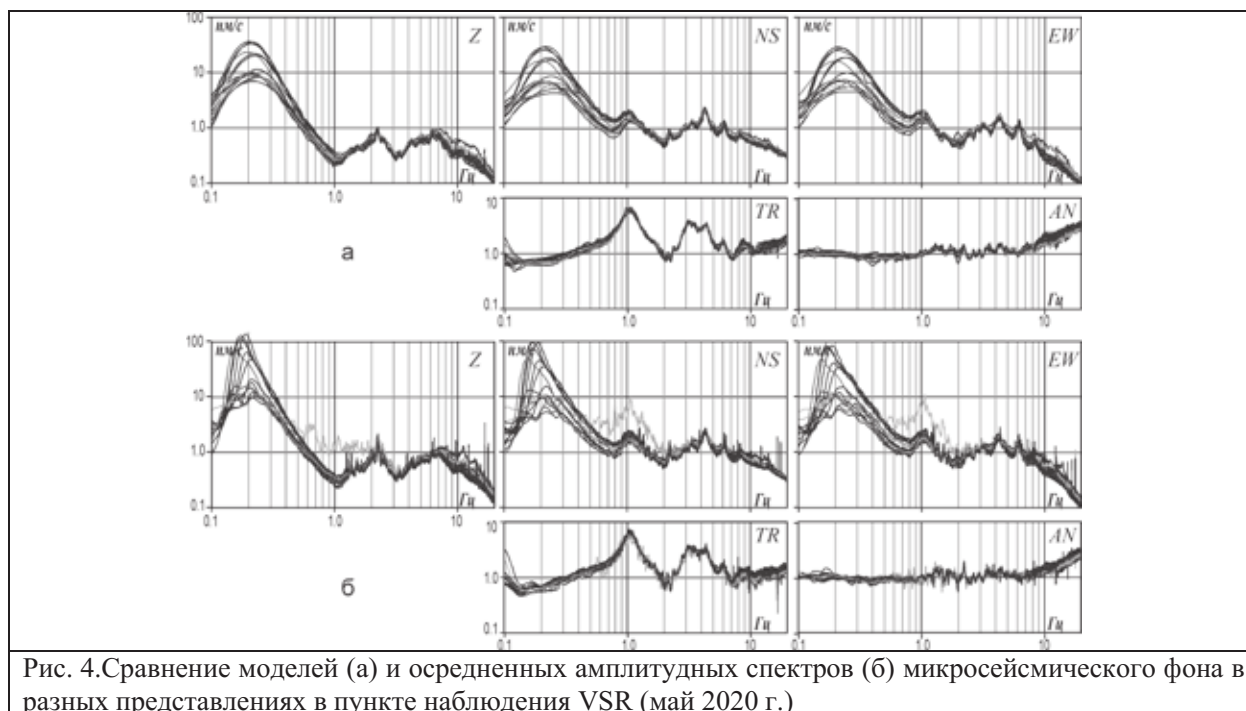


Рис. 4. Сравнение моделей (а) и осредненных амплитудных спектров (б) микросейсмического фона в разных представлениях в пункте наблюдения VSR (май 2020 г.)

Как видно из рис. 4а, в диапазоне частот ниже 1.0 Гц компоненты геофизического представления *TF* (*TransferFunction*) и *AN* (*Anisotropy*) более стабильны, чем горизонтальные составляющие *NS* и *EW* из которых они рассчитаны. Получается, что присутствие в микросейсмическом поле штормового микросейсма практически не нарушает линейность взаимосвязи вертикальных и горизонтальных составляющих, т.е. можно сказать, что поступающая в геологическую среду энергия от штормов в океане не оказывает на неё существенного воздействия.

Как видно из сравнения рисунков 4а и 4б, амплитудно – частотные характеристики микросейсмического фона, полученные двумя способами, в среднем совпадают. Это подтверждает результат, полученный ранее по модельным данным (рис. 2), который показывает совпадения в среднем модели и осредненного спектра для записей микросейсмического шума, максимально свободных от помех. Тогда присутствие и интенсивность на исследуемом интервале воздействия «помехи» можно оценить степенью различия значения модели и осредненного спектра. Как пример, на рис. 4б в спектре присутствуют узкие полосы, отсутствующие на рис. 4а. Их источником являются технические устройства типа насосов, трансформаторов и т.п. Кроме того, в один из ночных интервалов зарегистрировано телесейсмическое землетрясение, которое также отсутствует в моделях МФ, а также в среднем совпадают с аналогичными спектрами в геофизическом представлении. Как хорошо видно на рис. 4б, геофизические составляющие *TF* и *AN* остаются относительно стабильными даже при использовании осредненных спектров. Это позволяет применять преобразование (2) не только к спектральным амплитудам, но к их аналогам во временной области. То есть дает возможность использовать изменения уровня амплитуды в выбранных диапазонах частот для мониторинга состояния геологической среды на разных горизонтах при воздействии на неё как природных, так и техногенных источников сейсмической энергии.

Таким образом, выделение фоновой составляющей сейсмического поля и возможность расчета его параметров представляют собой, то недостающее звено в геофизической экологической функции литосферы сейсмического поля, которое позволяет сделать его в рамках экологической геологии более информативным и востребованным.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 20– 55– 00010.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Садовский М.А. Новые методы сейсмической разведки. Перспективы развития. / М.А.Садовский, А.В.Николаев / Вестник АН СССР. – 1982. – №1. – С.57– 64.
2. Трофимов В.Т. Экологическая геология / В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг / Учебник. – М.: ЗАО Геоинформмарк", 2002. – 415 с. ISBN 5– 900357– 58– 9.
3. Сафронич И. Н. Метод расчёта модели микросейсмического фона / И. Н. Сафронич / Развитие систем сейсмологического и геофизического мониторинга природных и техногенных процессов на территории Северной Евразии: матер. Междун. конф. / Отв. ред. А. А. Маловичко. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. –С. 65.
4. Сафронич И. Н. Использование спектра Накамуры для исследования интрузии в кровле докембрийского фундамента Воронежского кристаллического массива / И. Н. Сафронич / Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. – Обнинск: ГСРАН, 2019. – С. 88.
5. Nakamura Y. Quarterly Report of RTRI [Текст] / Y.Nakamura / Railway Technical Research Institute (RTRI). – 1989. – Vol. 30. – No. 1.

УДК504.054+581.5+631.42

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В СТАБИЛИЗАЦИИ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Сомов В.В. (vomos_v_v@mail.ru), Опекунова М.Г. (m.opekunova@mail.ru),
Опекунов А.Ю. (a_opekunov@mail.ru), Кукушкин С.Ю. (stepic@yandex.ru)
ФГБОУ ВО «Санкт–Петербургский государственный университет»,
Санкт–Петербург, Россия*

Аннотация: На основании результатов комплексных геоэкологических исследований природных территориальных комплексов Башкирского Зауралья, проводившихся в окрестностях г. Сибай (Республика Башкортостан) в течение 20 лет, выдвинуты предположения о роли растительного покрова в биогеохимическом круговороте рудных и аксессуарных микроэлементов, а также об изменении этой роли под влиянием загрязнения со стороны горнопромышленных объектов.

Ключевые слова: горнорудное производство, тяжелые металлы, степные ландшафты, растительный покров, индикаторные виды растений.

ROLE OF VEGETATION COVER IN MICROELEMENT CYCLING STABILIZATION IN MINING ENTERPRISE IMPACT AREA

*Somov V. (vomos_v_v@mail.ru), Opekunova M. (m.opekunova@mail.ru),
Opekunov A. (a_opekunov@mail.ru), Kukushkin S. (stepic@yandex.ru)
St. Petersburg State University, Saint– Petersburg, Russia*

Abstract: Authors propose a suggestion about changing of vegetation cover role in microelements cycling within area affected by pollution from mining facilities. The hypothesis is based on long-term (20 years) environmental research of natural territorial complexes in the Bashkirian Transurals in the vicinity of Sibay (Bashkortostan Republic, Russia).

Keywords: mining industry, heavy metals, trace elements, steppe landscapes, vegetation cover, indicator plant species.

Разработка медно колчеданных месторождений оказывает разностороннее воздействие на характеристики компонентов ландшафта и на их взаимодействие, в частности на миграцию рудных и аксессуарных химических элементов (в первую очередь Cu, Zn, Fe, Cd и Pb). Район исследования расположен в Баймакском районе Республики Башкортостан (52°35' – 52°55' с.ш., 58°14' – 58°47' в.д.), в пределах Красноуральско – Сибай – Гайской рудоносной зоны. Горнорудное производство в г. Сибай функционирует в течение более чем 70 лет. Поступление в атмосферу пыли с поверхности хвостохранилищ и отвалов, поступление подотвальных и карьерных вод в водотоки приводит к изменению подвижности, потоков и запасов химических элементов. С 1998 года проводились мониторинговые исследования на нескольких эталонных площадях (ЭП), выделенных вдоль градиента загрязнения. Подробное описание района исследования и результатов можно найти в ранее опубликованных работах [1, 3– 6].

На загрязненной ЭП наблюдается резкое увеличение содержания в почве некоторых микроэлементов – металлов: в первую очередь Cu и Zn, а также Cd, Pb и Fe (рис. 1). Валовое содержание Cu и Zn более чем на порядок превышает таковое на фоновой ЭП.

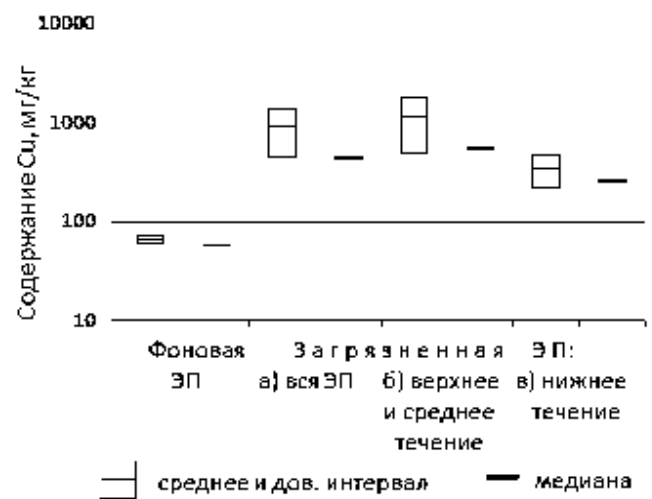


Рис. 1. Валовое содержание Cu в почве фоновой и загрязненной эталонных площадей (здесь и далее доверительные интервалы – для уровня значимости 0,05)

Рост концентраций на загрязненной ЭП сопровождается увеличением их разброса: значение коэффициента вариации увеличивается в 2 раза, существенно расширяются доверительные интервалы (при $\alpha=0,05$), среднее значение значительно превышает медианное. Следует подчеркнуть, что загрязненная ЭП неоднородна. Например, как средние, так и медианные содержания Cu и Zn в почвах водосбора р. Карагайлы в ее верхнем и среднем течении (вблизи Сибайского карьера и его отвалов) с одной стороны и в нижнем течении (вблизи хвостохранилищ и обогатительной фабрики) с другой стороны различаются в несколько раз, доверительные интервалы для этих участков не перекрываются. Содержание подвижных форм изучаемых химических элементов, в целом, отражает тенденции, свойственные валовым содержаниям, однако содержания подвижных форм гораздо более изменчивы (как в пространстве, так и во времени; как на загрязненных, так и на фоновых участках). Среднее значение и медиана содержания подвижных форм Cu и Zn в почвах загрязненной ЭП превышают таковые фоновой ЭП на порядок. Вместе с тем, различия внутри

загрязненной ЭП слабее: для одних элементов (Zn) они проявляются четко, для других (Cu) – слабо.

Содержание рудных элементов в общих укосах биомассы растений на загрязненной ЭП также возрастает в несколько раз, но не так резко, как в почве. В первую очередь это касается Cu и Zn, поскольку, с одной стороны, они играют важную роль в жизнедеятельности растений и накапливаются ими в значительных количествах, а с другой стороны, их содержания в почве существенны в естественных условиях и многократно увеличиваются в результате загрязнения. Рост средних и медианных значений сопровождается увеличением разброса (коэффициент вариации возрастает в 2 раза). Наблюдается неоднородность загрязненной территории: для укосов в нижнем течении р. Карагайлы типичны более низкие концентрации; в случае Zn доверительные интервалы могут перекрываться с таковыми на фоновой ЭП. Содержание Cu и Zn в побегах полыни австрийской *Artemisiaaustriaca* (среднее и медианное) вдоль градиента загрязнения увеличивается, но еще более плавно – в 1,5– 2 раза (рис. 2).

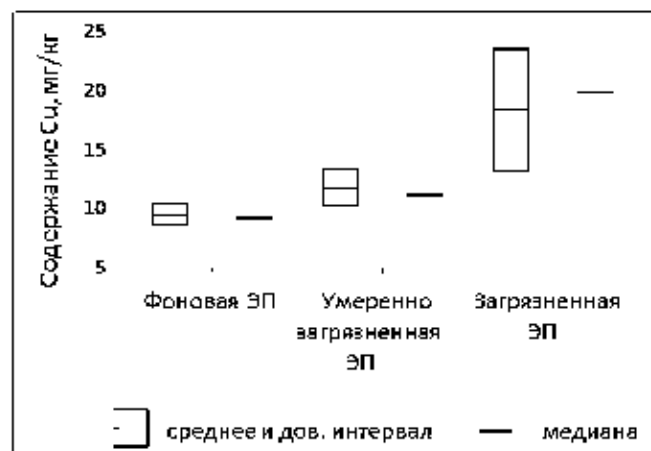


Рис. 2. Изменение содержания Cu в побегах *Artemisiaaustriaca* вдоль градиента загрязнения

Были рассчитаны значения коэффициента биологического поглощения (КБП), равного отношению содержания элемента в растении к его содержанию в почве (рис. 3,4). Использовались содержания элементов в общих укосах и побегах *Artemisiaaustriaca*, как одного из наиболее предпочтительных видов – индикаторов[2, 6], валовое содержание элементов в почве (КБП_в), содержание подвижных форм элементов в почве в год сбора укосов (КБП_{пт}) и в предшествующий год (КБП_{пт(t-1)}). Последнее связано с обнаруженной корреляцией между содержанием Cu в укосах и содержанием ее подвижных форм в почве в предшествующий год; при этом корреляция с содержанием подвижных форм в почве в текущий год отсутствует[1].

На загрязненной ЭП значение КБП укосов падает. КБП_в – в 1,5– 2 раза (Cu), в 2 – 2,5 раза (Zn). КБП_{пт} и КБП_{пт(t-1)}Cu – в 3 – 4 или 5 – 7 раз (в зависимости от ориентации на среднее или на медиану), КБП_{пт} и КБП_{пт(t-1)}Zn – в 6 – 8 или 10– 12 раз (в зависимости от ориентации на среднее или на медиану). КБП полыни также снижается: КБП_в – в 2 – 4 раза (Cu) и 1,5– 2,5 раза (Zn); КБП_{пт} и КБП_{пт(t-1)}Cu – в 3 – 8 или 4 – 14 раз, Zn – в 20 – 30 или 15 – 17 раз (в зависимости от ориентации на среднее или на медиану). При этом не наблюдается дифференциации загрязненной ЭП по значениям КБП в укосах, подобной ее дифференциации по содержанию металлов в почве и укосах: средние и медианные значения КБП для различных участков водосбора р. Карагайлы весьма близки, а доверительные интервалы существенно перекрываются(рис. 3,4). В случае КБП_вCu даже различия между загрязненной ЭП и фоновой ЭП проявляются относительно слабо, доверительные интервалы существенно перекрываются (хотя однородность опровергается критерием Манна – Уитни при $\alpha=0,05$).

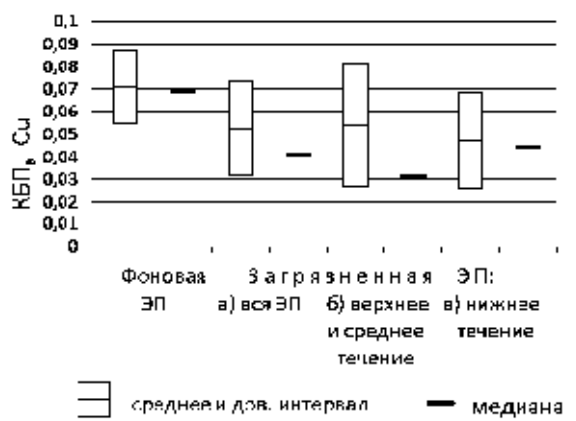


Рис. 3. Значения KBP_vCu укосами на фоновой и загрязненной эталонных площадях

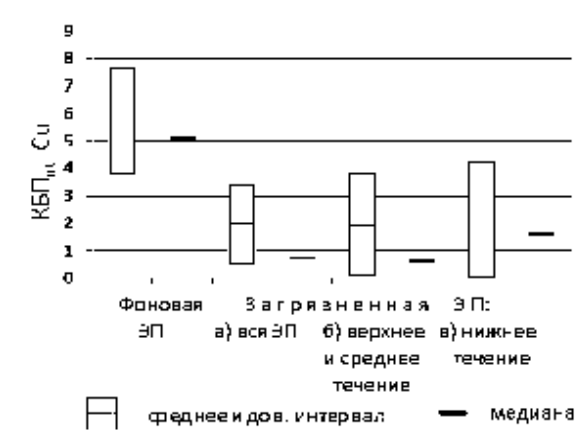


Рис. 4. Значения KBP_nCu укосами на фоновой и загрязненной эталонных площадях

Таким образом, изменение содержания ряда микроэлементов – металлов в почве на загрязненной ЭП сопоставимо с таковым между фоновыми и загрязненными участками. Содержания тех же элементов в укосах и побегах полыни гораздо более стабильны, но тоже подвержены колебаниям внутри загрязненной ЭП. Значения же KBP_n и KBP_v укосов внутри загрязненной ЭП стабилизируются.

График изменения КБП вдоль профиля пробных площадей может принимать различную форму в зависимости от свойств растения (свойств и соотношения массы растений, составляющих укос) и характеристик среды. Две крайности представляют собой: 1) индифферентные виды (злаки, преобладающие к укосам степной растительности фоновых ЭП) – содержание элемента в растениях постоянно, не зависит от содержания в среде, график КБП представляет собой зеркальное отражение графика содержания элемента в почве (относительно горизонтальной оси симметрии); и 2) «идеальный индикатор» – содержание элемента в растении представляет собой простую функцию, не зависящую от среды. Во втором случае, если предположить, что функция линейная ($y=k \cdot x+b$), по мере уменьшения b график КБП становится более ровным и при $b=0$ представляет собой прямую линию.

Можно выдвинуть гипотезу, согласно которой тип реакции растительного сообщества на содержание изучаемых элементов в среде (в первую очередь Cu и Zn) меняется вдоль градиента загрязнения: в фоновых условиях – «индифферентный», на загрязненной ЭП он сдвигается в направлении «идеального индикатора». Проверка гипотезы потребует проведения дополнительных исследований, однако она согласуется с подтвержденной корреляцией между содержанием Cu в укосах и содержанием ее подвижных форм в почве в предшествующий год (коэффициент корреляции Спирмена $r=0,86$; уровень значимости 0,05). Данная корреляция существует за счет площадок загрязненной ЭП. Подобная трансформация реакции растительного покрова может быть связана с изменением состава сообществ: в естественных условиях преобладают злаки, на загрязненной ЭП существенно возрастает доля разнотравья, в том числе полыни. По – видимому, именно изменение состава сообщества служит причиной стирания различий между укосами и полынью по величине KBP_nCu и Zn (на фоновой ЭП KBP_nCu и Zn полынью в 2 – 3 раза больше, чем KBP_n укосов). Тем не менее, трансформация реакции растительного покрова вряд ли может объясняться только ростом доли отдельных видов (в частности, *Artemisia austriaca*) в сообществе, так как, например, корреляция между содержанием Cu в растениях и содержанием ее подвижных форм в почве, выявленная для укосов, для полыни не была подтверждена.

Если предложенная гипотеза верна, на фоновых и подверженных незначительному загрязнению участках содержание рассмотренных микроэлементов в растительном покрове относительно постоянно и мало зависит от содержания этих элементов в почве. Растительный покров может оказывать стабилизирующее воздействие на содержание этих элементов в почве посредством ежегодно отмирающих побегов. На территориях, испытывающих существенное

загрязнение, реакция и роль растительного покрова меняются: увеличение содержания микроэлементов (в первую очередь Cu и Zn) в почве вызывает увеличение их содержания в побегах растений. С одной стороны, это может означать смену роли растительного покрова со стабилизирующей на дестабилизирующую: на наиболее загрязненных участках большая масса упомянутых элементов может поглощаться растениями из корнеобитаемого слоя и ежегодно возвращаться в поверхностный слой почвы с отмершими побегами. С другой стороны, на загрязненных участках содержания и запасы Cu, Zn и Cd в почве (валовые и подвижных форм) настолько высоки, что ежегодный вклад отмирающих побегов по сравнению с ними не столь заметен.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 18–05–00217.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Opekunova, M., Opekunov, A., Somov, V., Kukushkin, S., Papyan, E. 2020. Transformation of metals migration and biogeochemical cycling under the influence of copper mining production (the Southern Urals). Vol. 189. 104512. DOI: 10.1016/j.catena.2020.104512.
2. Биогеохимические особенности медноколчеданных месторождений Южного Урала / М.Д. Скарлыгина– Уфимцева, В.Б. Черняхов, Г.А. Березкина. –Л.: Изд– во Ленингр. ун– та, 1976. –150 с.
3. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Сомов В.В., Митрофанова Е.С., Кукушкин С.Ю. Влияние разработки Сибайского месторождения (Южный Урал) на трансформацию потока металлов в подчиненных ландшафтах // Вестн. Моск. ун– та. Сер. 5, География. –2018. –№ 1. С. 14– 24.
4. Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Папаян Э.Э., Сомов В.В. Использование биоиндикационных свойств растительности при оценке трансформации ландшафтов в районе разработки Сибайского медно– колчеданного месторождения (Южный Урал) // Сибирский экологический журнал. –2017.– № 3. –С. 350– 366.
5. Опекунова М. Г., Сомов В. В., Папаян Э. Э. Загрязнение почв в районе воздействия горнорудных предприятий Башкирского Зауралья // Почвоведение. –2017. –№ 6. –С. 744– 758.
6. Опекунова М. Г., Сомов В. В., Сокульская Ю. С., Кукушкин С. Ю., Цапарина Л.Ю. Воздействие природных и антропогенных факторов на элементный состав растений Башкирского Зауралья // Биосфера.– 2015.–Т. 7. № 2. – С. 181– 198.

УДК 504; 504.75; 502.1; 371.0.33

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ГРУНТОВ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГО– ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ЧАЯНДИНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСТАНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЯКУТИЯ)

Харькина М.А. , Туляков Е.Д.

e– mail: kharkina@mail.ru, tulykoff95@yandex.ru

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический
факультет, Москва, РФ*

Аннотация: На основе оценки степени загрязнения грунтов поллютантами на участках нефтедобычи Чаяндинского месторождения и результатов биотестирования доказана трансформация эколого– геохимических условий.

Ключевые слова. Грунты, нефтепродукты, загрязнение, семена, всхожесть.

BIOTESTING OF SOIL SAMPLES FOR THE PURPOSE OF EVALUATION OF TRANSFORMATION OF ECOLOGICAL GEOCHEMICAL CONDITIONS OF THE CHAYANDA OIL AND GAS CONDENSED FIELD (YAKUTIA)

Kharkina M., Tulyakov E.

e– mail: kharkina@mail.ru, tulykoff95@yandex.ru

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, Russia

Annotation. The transformation of the ecological geochemical conditions of the oil production areas of the Chayanda field based on the assessment of the degree of soil pollution and the results of biotesting has been proved.

Keywords. Soils, oil products, pollution, seeds, germination.

Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ) является одним из крупнейших месторождений России. Оно расположено в западной части Якутии (Республики Саха) и находится в пределах распространения многолетнемерзлых пород. Эта территория имеет малый потенциал восстановления после активной хозяйственной деятельности, связанной с нефтедобывающей отраслью. В настоящее время на территории месторождения имеются участки, на которых уже ведутся разработки (антропогенно нарушенный), и участки, где они только планируются (неизмененный). Для оценки степени трансформации эколого – геохимических условий, определяемых состоянием абиотической и биотической части экогеосистем [4], были проведены сопоставления содержания нефтепродуктов в грунтах на этих участках с морфологической привязкой точек отбора проб. Установлено, что вне зависимости от морфоструктуры на нарушенном участке отмечаются значительные превышения по содержанию нефтепродуктов в грунтах (табл.1).

Таблица 1–Сопоставление загрязненности нефтепродуктами образцов грунтов на участках разной степени нарушенности (по данным «ООО Красноярскгазпром нефтегазпроект»)

Геоморфологическая приуроченность участка отбора проб	Количество образцов	Содержание нефтепродуктов (мг/кг)	
		Участок, на котором ведется нефтедобыча	Антропогенно неизмененный участок
Заболоченные пологовогнутые поверхности и пологие склоны междуречий	9	100,83– 120,89	5,0– 67,25
Пологовогнутые поверхности и пологие склоны междуречий	3	98,94– 103, 45	5,0– 41,2
Долинные комплексы малых водотоков и водоемов	3	67,1– 98,56	5,0– 78,5

Кроме того, во всех пробах грунтов зафиксированы превышения относительно неизмененного участка по хлоридам от 1,7 раза до 6 раз, частично по меди и никелю.

Для оценки влияния антропогенного воздействие на биотические компоненты эколого – геологических систем была проведена оценка микробного токсикоза грунтов с помощью биотестирования [1, 2]. Биотестирование – это методический прием, суть которого заключается в выявлении токсичности грунта к растениям в лабораторных условиях. Устойчивость растения к неблагоприятным факторам и различным воздействиям значительно зависит от его возраста. В связи с этим растения на начальной фазе развития являются наиболее

представительным объектом исследования и тестирования при проведении экологических экспериментов.

Одной из наиболее показательных характеристик является *всхожесть*. Это показатель, который характеризуется количеством семян нормально проросших за определенный период времени при определенных оптимальных условиях (кроме изучаемого фактора) по отношению к общему количеству взятых на проращивание семян, выражается этот показатель в процентах. *Энергия прорастания семян* – это количество семян, нормально проросших за определенный срок (более короткий, чем установлен для определения всхожести) по отношению к общему количеству семян, взятых на проращивание. Число нормально проросших семян выражают в процентах от общего количества семян, взятых для анализа.

Метод биотестирования позволяет провести комплексную оценку токсичности грунтов. Как известно, грунты аккумулируют загрязнения, поступающие в них с пылевидными выпадениями, дождевыми потоками, утечками из трубопроводов. Количество и сочетание поллютантов может быть самым разным: нефтепродукты, буровые растворы, тяжелые металлы и т.д. Загрязнители образуют между собой сложные химические и физико– химические связи, что может значительно изменить их токсичность и их воздействие на растения и организмы.

Метод биотестирования перспективен для использования с целью обнаружения негативных последствий тех или иных антропогенных воздействия на грунтовые системы [2,3]. Полученные данным методом результаты позволяют дать объективную оценку изменениям, происходящим в комплексе грунтовых организмов.

Токсичными считаются грунты, которые ингибируют развитие семян на 20% и более по сравнению с контролем. Стоит отметить, что стимулирующее действие, также может свидетельствовать о наличии в почве токсичных веществ.

Для установления токсичности грунтов используют в качестве теста реакцию проростков высокочувствительных растений, таких как кресс – салат, редис, горох и др. В нашем случае использовался кресс – салат.

Микробный токсикоз определяют с помощью грунтовых пластин с иницированными микробными сообществами. При этом для инициации развития сообщества используется питательная среда, в данном случае в образцы грунта был добавлен крахмал. Крахмал обладает уникальными свойствами для инициации, так как он быстро утилизируется многими микроорганизмами, при этом микроорганизмы интенсивно образуют репродуктивные органы. Для сравнения для тех же грунтов подготовлены образцы без инициирования развития с помощью крахмала. Разница в результатах, полученных в грунтах с иницированными и неиницированными сообществами, свидетельствует о наличии микробного токсикоза.

Из таблицы 2 видно, что есть значительная разница между всхожестью и энергией прорастания образцов, отобранных на ненарушенном участке (В), и образцов, отобранных близ трубопровода (Р). При этом, если сравнивать образцы, в которых не производилось искусственная инициация развития микробных сообществ, то видна тенденция к тому, что на антропогенно измененном участке токсичность грунта увеличивается при приближении к урезу водотока. Это можно объяснить сносом поллютантов вниз по склону флювиальными процессами.

Если сравнивать результаты биотестирования образцов с иницированными $P_{(к)}$ и неиницированными P сообществами из группы P (участок, на котором ведется нефтедобыча), то видно, что иницирование развития микробного токсикоза подавляет развитие растения на начальной стадии, однако на всхожести отражается в меньшей степени.

Таблица 2 –Результаты биотестирования грунтов, отобранных на участках с различной техногенной нагрузкой

№ пп	Показатель	Общее количество семян	Количество проросших семян	Процент проросших семян, %
Образцы Р01– Р03 (образцы, отобранные около нефтепровода, на освоенной и активно используемой территории)				
Р– 01	Энергия прорастания	10	8	80
	Всхожесть		8	80
Р(к)– 01	Энергия прорастания	10	6	60
	Всхожесть		3	30
Р– 02	Энергия прорастания	10	6	60
	Всхожесть		3	30
Р(к)– 02	Энергия прорастания	10	6	60
	Всхожесть		1	10
Р– 03	Энергия прорастания	10	3	30
	Всхожесть		2	20
Р(к)– 03	Энергия прорастания	10	3	30
	Всхожесть		1	10
Образцы В01– В03 (образцы, отобранные с антропогенно неизмененного участка)				
В– 01	Энергия прорастания	10	9	90
	Всхожесть		9	90
В(к)– 01	Энергия прорастания	10	8	80
	Всхожесть		6	60
В– 02	Энергия прорастания	10	8	80
	Всхожесть		4	40
В(к)– 02	Энергия прорастания	10	4	40
	Всхожесть		3	30
В– 03	Энергия прорастания	10	8	80
	Всхожесть		7	70
В(к)– 03	Энергия прорастания	10	8	80
	Всхожесть		6	60

Примечание. Р(к) и В(к) – образцы грунтов с добавлением крахмала.

Таким образом, подтверждено, что на участках нефтедобычи Чаяндинского НГКМ произошла трансформация эколого – геологических условий. На основе биотестирования грунтов, отобранных с площадок НГКМ разной степени нарушенности, установлено, что основное негативное воздействие на прорастание семян тест – культуры (кресс – салата) оказывают не микробный фитотоксикоз, а загрязнение грунтов поллютантами. В условиях одной площадки существенное значение для энергии прорастания семян тест– культуры имеет морфология рельефа: наилучшие результаты получены на грунтах поймы, отличающихся большей промытостью по сравнению с грунтами водораздела.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 22030– 2009 Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М.: Стандартиформ, 2010. 20 с.
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд– во МГУ, 1991. 304 с.
3. Биссвангер Х. Практическая энзимология. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2013. 328 с.
4. Эколого– геологические условия России. Трансформация экологических функций литосферы территории России под влиянием антропогенного воздействия и ее экологические последствия. Т.2. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2016. 280 с.

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ЛАНДШАФТНО – ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
РЕЖИМА ПОЙМЫ НИЖНЕГО ИРТЫША**

*Хуланхов О.О. , С.Э. Болотов С.Э., alhimikhmu@yandex.ru
Югорский государственный университет, Ханты– Мансийск, Россия*

Аннотация: Приведены данные полевого гидроэкологического изучения поймы Нижнего Иртыша. Дана общая фаунистическая, биоценотическая и биоресурсная характеристика зоопланктона пойменных водоемов. С позиции методов экоиндикации по показателям развития планктона охарактеризована специфика ландшафтно– экологического режима экосистемы поймы.

Ключевые слова: пойма, зоопланктон, Иртыш, экологическое моделирование.

**HYDROBIOLOGICAL INDICATION OF LANDSCAPE – ECOLOGICAL REGIME
OF THE FLOOD
OF THE LOWER IRTYSH**

*O.O. Khulankhov, S.E. Bolotov, alhimikhmu@yandex.ru
Ugra State University, Khanty– Mansiysk, Russia*

Abstract: The data of the field hydroecological study of the lower Irtysh floodplain are presented. General faunistic, biocenotic and bioresource characteristics of zooplankton in floodplain water bodies are given. The specificity of the landscape– ecological regime of the floodplain ecosystem is characterized from the point of view of the methods of eco– indication by the indices of plankton development.

Keywords: floodplain, zooplankton, Irtysh, ecological modeling.

Особое положение поймы на ландшафтной катене определяет ее как природный пул генетического и экологического разнообразия организмов, обеспечивающий повышенную относительно водораздельных экосистем биопродуктивность таксономически насыщенных сообществ. Характерной особенностью пойменных гидроэкосистем выступает детерминирующая роль режима прохождения половодья в видовой структуре и экологической динамике основных элементов водной биоты, обеспечении механизмов ее организации и функционирования.

Одним из ключевых структурообразующих элементов экосистемы речных пойм выступают сообщества планктона. Он имеет определяющее значение в процессах биогеохимической миграции веществ в водоемах, является естественным и биологически полноценным пищевым объектом молоди многих видов рыб, ценных рыб – планктофагов (например, сиговых), а также может выступать чувствительным индикатором состояния и экологической динамики пойменной гидроэкосистемы.

Несмотря на устойчиво повышенный научный интерес к гидроэкосистемам речных пойм результаты их гидрологического и биологического изучения нельзя признать исчерпывающими. В полной мере это относится к экосистеме поймы Нижнего Иртыша, для которой имеются лишь немногочисленные данные о современном биоресурсном (главным образом, рыбохозяйственном) состоянии реки. Актуальные сведения о разнообразии водных биоценозов Нижнего Иртыша, их видовой структуре, количественном развитии и экологической специфике во взаимосвязи с особенностями ландшафтно – гидроэкологического режима поймы практически отсутствуют.

Целью работы – гидробиологическая индикация ландшафтно – экологического режима поймы Нижнего Иртыша и характеристика его взаимосвязи с особенностями развития планктонных сообществ.

В основу работы положены первичные материалы по гидробиологическому изучению зоопланктона пойменно – речного комплекса, относящегося к левобережной подсистеме Нижнего Иртыша. Для этого в августе 2018– 2019 г. с разной степенью детализации выполнено изучение рек Живая и Мухрина, протоки Байболакская и р. Иртыш.

Пробы зоопланктона отбирали в русловой части водотоков простым водо зачерпыванием ведром, объемом 5 л. Через планктонную сеть Апштейна (размер ячеек 64 мкм) фильтровали 100 л воды. Пробы фиксировали 4% – го раствором формальдегида. Камеральную обработку проб зоопланктона проводили по стандартной и общепринятой в гидробиологии методике. Пробы обрабатывали под оптическим микроскопом, определяли видовой состав, учитывали обилие организмов. Сообщества планктона изученных водотоков оценивали по видовому богатству, удельному разнообразию, т.е. числу видов, встреченных в среднем в одной пробе, численности, биомассе и индексу сапробности. Всего отобрано, обработано под микроскопом и проанализировано 23 планктонные пробы.

Видовой состав беспозвоночных сложен богатым и разнообразным составом, насчитывающим 114 видов, в том числе коловраток – 63, ветвистоусых – 39 и веслоногих ракообразных – 12 видов. Фауна зоопланктона Нижнего Иртыша сложена видами, обычными и нередко массовыми для таежной зоны. Основную долю составляют виды с широким или всесветным распространением. Наиболее широко представлены реофильные беспозвоночные, предпочитающие текущие воды. Значимую долю формируют виды, тяготеющие к малопроточным и озерным условиям. Преобладают истинно планктонные формы, в меньшей степени представлены мейобентосные или зарослевые формы планктеров. Результаты математического моделирования, выполненного с применением эстиматоров биоразнообразия, свидетельствуют, что таксономический состав беспозвоночных выявлен не полностью и зоопланктон исследуемого района характеризуется существенной долей скрытого разнообразия. Таким образом, можно ожидать значительного увеличения видового списка зоопланктона по мере расширения гидробиологических исследований поймы Нижнего Иртыша.

Изученные реки пойменно – руслового комплекса Нижнего Иртыша отличаются сравнительно высоким систематическим разнообразием. Наибольшее видовое богатство и систематическое разнообразие зоопланктона сосредоточено в пойменных реках и протоках, характеризующихся высоким биотопическим разнообразием и мозаичностью гидроэкологических параметров водной среды. Высокую долю таксономического богатства беспозвоночных планктона пойменных рек формируют специфичные виды, не отмеченные для материнской реки. Относительно пойменных рек, воды Нижнего Иртыша и его протоки характеризуется сильным сходством видового состава зоопланктона, что может свидетельствовать об их композиционном единстве. Экологическая дифференциация водоемов в отношении видового состава зоопланктона поймы Нижнего Иртыша определяется комплексным экологическим градиентом средовых факторов, основное значение из которых имеют уровень pH, значение окислительно – восстановительного потенциала, электропроводность и содержание в воде ионов железа.

В целом, реки отличаются относительно умеренным количественным развитием планктона, что вероятно определяется ограничивающим влиянием неблагоприятных экоусловий северного региона. Результаты статистического анализа указывают на значимые различия между реками по количественным параметрам развития сообществ. Основным фактором, определяющим различия количественного развития планктона выступает положение реки на высотном ландшафтном профиле:

- среднее число видов в пробе планктона: $H(chi^2) = 22.76, p = 0.000123$;
- численность зоопланктона: $H(chi^2) = 16.82, p = 0.000739$;
- биомасса зоопланктона: $H(chi^2) = 18.75, p = 0.000864$.

Таким образом, зоопланктон поймы Нижнего Иртыша достоверно отличается от биоценозов материнской реки повышенным уровнем количественного развития по параметрам удельного разнообразия, численности и биомассы зоопланктона, высокой экологической ролью

видов – индикаторов мезоэвтрофных вод.

Сильная мозаичность биотопов рек Нижнего Иртыша создает предпосылки для выраженных различий видовой структуры зоопланктона. Так, основную долю обилия зоопланктона Нижнего Иртыша формировали коловратки, по биомассе доминировали ветвистоусые ракообразные. В пойменных реках как по численности, так и по биомассе лидировали главным образом коловратки. При этом видовая структура зоопланктона сравнительно стабильна и в разные годы практически не изменялась. В целом, специфика видовой структуры зоопланктона Нижнего Иртыша определяются сложным и комплексным влиянием абиотических факторов среды (Таблица 1). Так, в составе описанных экологических условий среды, в большей степени определяющих специфику видовой структуры зоопланктонных сообществ, ведущими следует считать величину pH, электропроводность воды и содержание ионов $Fe^{2+,3+}$.

Поскольку зоопланктон выступает важным звеном трофических сетей континентальных водоемов интересно оценить его реальную биопродуктивность, доступную для потребления планктофагами – крупными беспозвоночными организмами и рыбами. В качестве модельного участка в расчетах заложен левобережный отрезок поймы р. Оби в зоне слияния с водами Нижнего Иртыша шириной 18 км и протяженностью – 50 км. Поскольку распределение биомассы на пойме описывается сложной полиномиальной зависимостью, то для расчета пользовались методом линейно– кусочного интегрирования кривой распределения. Численное интегрирование линейных уравнений по всем отрезкам с ограничениями по геометрии участка поймы дает, что в пойме зоны слияния Оби и Нижнего Иртыша сосредоточено 4.3– 5.1 тонн коловраточного и рачкового зоопланктона, доступного для потребления организмами– планктофагами.

Таблица 1. Статистическая оценка связи особенностей видовой структуры зоопланктона пойменно– речного комплекса Нижнего Иртыша и экологических факторов водной среды.

ЭКОФАКТОР	Координаты центроидов экофактора		Экокорреляция осей с фактором, R^2	Уровень значимости, p
	NMDS1	NMDS2		
Глубина	– 0.51	– 0.86	0.74	<0.001
Прозрачность	– 0.96	0.29	0.83	<0.001
$T_{\text{воды}}$	– 0.36	– 0.93	0.36	0.017
Цветность	– 0.13	– 0.99	0.25	0.031
pH*	– 0.99	– 0.12	0.95	<0.001
ОВП*	0.99	0.04	0.85	<0.001
Электропроводность*	– 0.98	– 0.19	0.96	<0.001
Растворенный кислород	0.99	0.08	0.15	0.180
Al^{3+}	– 0.42	– 0.91	0.67	<0.001
$Fe^{2+,3+*}$	– 0.93	0.37	0.91	<0.001
NO_3^-	0.69	– 0.72	0.68	<0.001
PO_4^{3-}	– 0.82	– 0.58	0.40	0.004

В составе зоопланктона пойменно – речного комплекса Нижнего Иртыша выявлено 86 видов – индикаторов сапробности (75.4% от всего таксономического списка), пригодных для задач биодиагностики экологического качества воды. В их числе, индикаторов: очень чистых вод – 6, чистых вод – 48, умеренно загрязненных вод – 29, загрязненных вод – 2, грязных вод – 1 вид.

Результаты оценки индекса сапробности S Пантле – Букк, характеризующего уровень легкоокисляемого органического загрязнения воды, указывают, что наименьшие величины сапробности воды отмечены для пойменных рек Мухрина (1.46 в 2018 г., 1.51 – в 2019 г.) и

Живая (соответственно, 1.48 и 1.53), несколько большие величины отмечены для прот. Байболакская (в 2018– 2019 гг. – 1.50) и р. Иртыш (1.51– 1.58). Кроме того, в 2019 году, относительно предыдущего года, несколько увеличились значения сапробности воды, что возможно связано с особенностями прохождения половодья, привело к смыву с поймы природных органических загрязнителей в количестве, больше обычного.

В целом, полученные результаты соответствуют верхней границе олигосапробных – нижней границе бета – мезосапробных вод, что отвечает категории чистых и умеренно загрязненных вод соответственно. Это говорит о том, что гидроэкосистемы пойменных малых рек эффективно утилизируют поступающую органику (главным образом, влекомую материнской рекой, и в меньшей степени – создаваемой в самой пойме) и успешно выполняют экологическую роль природного фильтра.

Таким образом, относительно материнской реки Иртыш, граничащие экосистемы малых рек ее поймы выполняют экологическую роль природного фильтра и эффективно утилизируют поступающую лабильную органику. Пойменные реки сохраняют свои основные природные качества и в целом характеризуются чистыми водами II – го класса качества.

На основании проведенного исследования можно заключить следующее:

1. Результаты гидроэкологического описания поймы Нижнего Иртыша указывает на значительную экологическую роль ландшафтно – экологической специфики пойменно – речного комплекса крупных рек в формировании таксономически насыщенных, количественно обильных и высокопродуктивных гидробиоценозов.

2. Зоопланктон рек зоны слияния Оби и Иртыша характеризуется высоким фаунистическим богатством и систематическим разнообразием, отличается существенной долей скрытого разнообразия. Повышенное видовое богатство и систематическое разнообразие беспозвоночных планктона локализовано в пойменных реках. Экологическая дифференциация водоемов поймы в отношении видового состава зоопланктона определяется комплексным экологическим градиентом средовых факторов, основное значение из которых имеют уровень рН, величина ОВП, электропроводность и концентрация ионов железа.

3. Пойменный планктон Нижнего Иртыша достоверно отличается от биоценозов материнской реки повышенным уровнем количественного развития по показателям удельного разнообразия, численности и биомассы беспозвоночных, высокой экологической ролью видов–индикаторов мезоэвтрофных вод. Показана статистически достоверная экологическая дифференциация планктонных сообществ материнской реки и малых рек поймы, которые характеризуются выраженной и значимой спецификой видовой структуры зоопланктона.

4. Выполнены оценки запасов биомассы зоопланктона, из которых следует, что в пойме зоны слияния Оби и Иртыша сосредоточено 4.3– 5.1 тонн коловраточного и рачкового зоопланктона, доступного для потребления планктофагами.

5. Относительно материнской реки Иртыш, граничащие экосистемы малых рек ее поймы выполняют экологическую роль природного фильтра и эффективно утилизируют поступающую легкоокисляемую органику. Пойменные реки сохраняют свои основные природные качества и в целом характеризуются чистыми водами II – го класса качества.

Выполненное исследование указывает, что специфический гидроэкологический режим речных пойм обеспечивает оптимальный экологический режим для развития таксономически насыщенных, количественно обильных и высокопродуктивных гидробиоценозов, в результате чего экосистемы речных пойм являются «горячими точками» биоразнообразия и экологической динамики речных долин.

Характерной чертой структуры и функционирования экосистем речных пойм состоит в том, что экологическая организация и динамика водных сообществ всецело детерминирована особенностями гидрологического режима. Это определяет то, что характеристика биологического режима пойменных экосистем в первую очередь должна считаться с естественной природной континуальностью с одной стороны, и ландшафтно – экологической спецификой – с другой, для решения фундаментальной задачи системного описания структуры этих геоэкосистем, прогнозирования их динамики в интересах природы и общества.

УДК 622.3:553.98:504.5/9

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТВАЛОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

*И.С. Ющенко, rengm_2016@mail.ru, А.И. Павловский, aipavlovsky@mail.ru
УО «ГГУим. Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь*

Аннотация: В настоящее время большой интерес вызывает оценка трансформации геологической среды в пределах складирования отвалов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Следствием работы ОАО «Гомельский химический завод» и ОАО «Беларуськалий» является накопление многотоннажных отвалов, что приводит к образованию техногенных форм рельефа, гидрогеохимических и литогеохимических аномалий.

Ключевые слова: Старобинское месторождение, солеотвалы, засоление, подземные воды, фосфогипс, ОАО «Гомельский химический завод», GoogleEarthPro.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF DUMPS OF THE MINING AND PROCESSING INDUSTRIES ON THE STATE OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

*I. Yushchenko, rengm_2016@mail.ru, A. Pavlovsky, aipavlovsky@mail.ru
Educational institution "Francisk Skorina Gomel State University", Gomel, Belarus*

Abstract: Currently, the assessment of the transformation of the geological environment within the storage of dumps of the mining and processing industries is of great interest. The result of the work of JSC "Gomel Chemical Plant" and JSC "Belaruskali" is the accumulation of large-tonnage dumps, which leads to the formation of man-made landforms, hydrogeochemical and lithochemochemical anomalies.

Key words: Starobinskoe deposit, salt dumps, salinization, groundwater, phosphogypsum, JSC "Gomel chemical plant", GoogleEarthPro.

Горнодобывающая промышленность находится в непосредственном взаимодействии с природой и оказывает высокое воздействие на все компоненты геологической среды. В Республике Беларусь с 1963 года добычу и переработку сырья Старобинского месторождения калийных руд осуществляет предприятие ОАО «Беларуськалий». На сегодняшний день добычу калийных солей Центрального блока Старобинского месторождения ведут три рудника, а переработку и выпуск калийных удобрений – три обогатительные фабрики. На месторождении известны четыре (I, II, III, IV – порядок расположения в разрезе толщи сверху вниз) калийных горизонта. Интенсификация горнодобывающей промышленности на площади Старобинского месторождения ведет к формированию солеотвалов и шламохранилищ, отличительной особенностью которых является высокое содержание в них легкорастворимых солей (рисунок 1).

С помощью программного продукта GoogleEarthPro 7.3.3.7786 произведена оценка площадного распространения солеотвалов на территории влияния ОАО «Беларуськалий». GoogleEarthPro – это удобная программа, написанная на языке программирования C++, широко используемая для изучения трехмерной модели Земли, ее спутниковых снимков в высоком разрешении: 0,15 м на 1 пиксель для крупных городов и 15 м на 1 пиксель для остальных участков[5]. Версия GoogleEarthPro 7.3.3.7786 была выпущена 21 июля 2020 года и дает возможность в 3D формате сохранять, вести обработку, визуализировать геоданные, которые получены с фотографий с высоким качеством из самих спутников. Для удобства определения площади использовался инструмент «Линейка– Многоугольник», позволяющий оконтурить каждый солеотвал в отдельности и автоматически определить его периметр, а также

занимаемую им площадь. Суммарная площадь солеотвалов составляет порядка 5,74 км². Для объекта исследования номер один относительная высота составляет 109 м, для второго – 87 м, а для третьего – 120 м, откуда следует, что максимальная высота техногенных форм рельефа достигает 120 метров (таблица 1).

Таблица 1. –Результаты определения высоты и площади солеотвалов с помощью программы GoogleEarthPro

Объект	Периметр, километр	Высота над уровнем моря точки наблюдения, метр		Амплитуда высот, метр	Площадь, км ²
		Максимум	Минимум		
1	5,34	266	157	109	1,76
2	6,02	237	150	87	2,05
3	6,01	272	152	120	1,93
Сумма					5,74



Рис. 1 – Космический снимок солеотвалов и шламохранилища территории влияния ОАО «Беларуськалий»

При воздействии атмосферных осадков на солеотвалы, шламохранилища образуются хлоридно – натриевые рассолы, что приводит к загрязнению почв с тенденцией расширения площадей засоления и оказывает влияние на изменение гидрогеохимического режима подземных вод. Факторы формирования химического состава и величины общей минерализации подземных вод тесно связаны с геологическим строением, литологическими

особенностями водовмещающих пород, степенью гидравлической связи подземных вод различных водоносных комплексов, горизонтов между собой и с поверхностными водами, а также воздействия техногенных факторов на подземные воды.

Для изучения геохимии подземных вод, которые распространены в пределах Старобинского месторождения, были использованы данные многолетних наблюдений в скважинах режимной сети мониторинга подземных вод. Основным загрязняющим компонентом является хлорид– ион. В подземных водах днепровско – сожского водно – ледникового комплекса обнаружены высокие концентрации хлоридов, азота аммонийного, железа, фенола и марганца. Воды водоносного днепровско – сожского водно – ледникового комплекса имеют локальное распространение загрязнения по площади, которое приходится, в основном, на территорию солеотвалов и шламохранилищ. Подземные воды водоносного березинского – днепровского водно – ледникового комплекса имеют локальное распространение загрязнения на территории влияния солеотвалов и шламохранилищ, но загрязнены в меньшей степени в сравнении с выше залегающим водоносным комплексом. Воды водоносного березинского подморенного водно – ледникового комплекса пресные и загрязнены только железом и фенолами, а минерализация подземных вод в скважине № 19а не превышает предельно допустимой концентрации. Наибольшее загрязнение подземных вод зафиксировано в наблюдательных скважинах, расположенных непосредственно около шламохранилищ и солеотвалов. Ореол загрязнения приходится, в основном, на территорию существующих солеотвалов и шламохранилищ, и имеет форму, вытянутую в сторону движения основных потоков поверхностных и подземных вод. Загрязненные подземные воды из – за своих свойств с течением времени проникают в более глубокозалегающие водоносные горизонты, при этом не распространяясь на большие площади от источников загрязнения – солеотвалов и шламохранилищ[3].

ОАО «Гомельский химический завод» ведет переработку апатитовой руды методом сернокислотной экстракции с целью получения фосфорных минеральных удобрений, что сопровождается образованием твердых, жидких и газообразных отходов, являющихся источниками загрязнения окружающей среды. На территории ОАО «Гомельский химический завод» наблюдаются участки, занятые отвалами фосфогипса, который скопился за весь период работы завода(рисунок 2), а также загипсованные грунты, преобразованные под влиянием обогащенных сульфатами поверхностных и подземных вод. Исследование площадного распространения и высоты отвалов фосфогипса проводилось с помощью программного продукта GoogleEarthPro 7.3.3.7786.Суммарная площадь, занятая отвалами, составляет 0,784 км². Складирование фосфогипса приводит к образованию техногенных положительных форм рельефа, высота которых колеблется от 19 до 32 метров (таблица 2).

Таблица 2.– Результаты определения высоты и площади отвалов фосфогипса с помощью программы GoogleEarthPro

Объект	Периметр, километр	Высота над уровнем моря точки наблюдения, метр		Амплитуда высот, метр	Площадь, км ²
		Максимум	Минимум		
1	0,90	154	134	20	0,048
2	1,13	164	132	32	0,094
3	0,86	151	132	19	0,044
4	4,41	161	132	29	0,598
Сумма					0,784

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 [4]. Солевой состав фосфогипса: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (97,0– 97,2 %), AlPO_4 и FePO_4 (0,8– 1,2 %), Na_2SiF_6 и K_2SiF_6 (0,5 %), H_3PO_4 (0,7– 0,85), $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ и CaF_2 (0,7 %). Примесями в фосфогипсе являются непрореагировавшие фосфаты, полуторные окислы, соединения фтора и стронция, неотмытая фосфорная кислота, органические вещества. В нем могут присутствовать соединения марганца, молибдена, кобальта, цинка, меди, редкоземельных и некоторых других элементов. Содержание редкоземельных элементов составляет 0,92 % [2].



Рис. 2 – Космический снимок отвалов фосфогипса на территории ОАО «Гомельский химический завод»

На базе лаборатории ОАО «Гомельгеосервис» было проведено экспериментальное определение содержания сульфатов в водных вытяжках образцов фосфогипса, которые отобраны из отвалов в окрестностях ОАО «Гомельский химический завод». Основная цель экспериментального определения химического состава заключалась в количественной оценке ионов SO_4^{2-} . Анализ показал, что в образцах грунта из скважины 1 на глубине 0,9 метра наблюдается 21236 мг SO_4^{2-} на килограмм грунта, а на глубине 3,2 метра значение SO_4^{2-} составляет 18943 мг на килограмм грунта [1]. Из – за особенностей солевого состава в большом количестве фосфогипс выступает как загрязнитель всех компонентов биосферы – животных, почвы, растений, поверхностных и грунтовых вод.

На участках размещения отвалов фосфогипса и загипсованных пород под большим давлением отжимается раствор, содержащий в своем составе высокие концентрации загрязняющих компонентов, что оказывает существенное воздействие на подземные воды. В составе фосфогипса содержатся растворимые сульфаты и фосфаты, вымывание и инфильтрация которых приводит к привносу в подземные воды этих компонентов. Основными загрязняющими веществами подземных вод на территории влияния ОАО «Гомельский химический завод» являются сульфаты, фосфаты, фторида, азот аммонийный и железо. По мере удаления скважин мониторинговой сети от мест складирования отвалов фосфогипса концентрации загрязняющих компонентов в пробах воды значительно понижаются и качество подземной воды соответствует установленным требованиям.

Накопление многотоннажных твердых отходов калийного производства и фосфогипса оказывает значительное влияние на состояние окружающей среды, что проявляется в трансформации рельефа, состава подземных вод и засолении грунтов. При всей схожести этих отвалов основной загрязняющий компонент у них различен. На территории расположения

твердых галитовых и глинисто – солевых отвалов калийного производства основным загрязняющим веществом подземных вод выступает Cl^- , а на участках складирования фосфогипса таким является SO_4^{2-} , реже фосфаты и фториды. Повышенное содержание в воде остальных загрязняющих веществ определяется технологическим процессом, а высокие концентрации в подземных водах железа связаны с его природным генезисом, что является типичным для территории Беларуси. Таким образом, образование лито геохимических и гидрогеохимических аномалий в районах складирования отвалов определяется составом терриконов, количеством и миграционной способностью элементов, а также степенью защищенности подземных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архив ОАО «Гомельгеосервис». – Технический отчет по инженерно– геологическим изысканиям для объекта 101/07 ГС.
2. Коцур, В.В. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена на территории влияния ГХЗ. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого– минералогических наук. – Гомель, 2004. – 256 с.
3. Проведение оценки воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной деятельности по объекту «ІРУ. Строительство объединенного шламохранилища»[Электронный ресурс]. – Минск, 2019. – Режим доступа: URL: <https://soligorsk.by/uploads/files/files2019/OVOS-1.pdf>(Дата обращения: 02.09.2020).
4. Шершнев, О.В. Оценка техногенной трансформации рельефа и подземных вод в пределах промышленного ландшафта Гомельского химического завода / О.В. Шершнев, А.И. Павловский, И.И. Косинова // ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ. –Севастополь, 2019. – С. 78– 83.
5. GoogleEarthPro[Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://earth-google.ru/google-earth-pro-7.php>(Дата обращения: 12.09.2020).

Глава 2

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ТЕХНОГЕННЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

УДК 504.75.05

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОТКАЗОВ НА ТРУБОПРОВОДАХ.

*Адашук А.В. , adashuk_anton@mail.ru
ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»,
г. Ханты– Мансийск, Российская Федерация*

Аннотация: За последние несколько лет, общий ущерб от возникновения аварийных разливов на промысловых нефтепроводах составил более 5 млрд рублей. Применяемые методы оценки надежности промысловых трубопроводов не всегда удовлетворяют требованиям надежности. При проведении внутритрубной диагностики (ВТД) возникают ошибки датчиков, ошибки в обработке сигналов, локальном определении дефектов, что требует совершенствования текущих методов обработки сигналов при ВТД. Автором были проанализированы текущие методы ВТД, показаны их проблемы и предложена новая методология обработки сигналов при ВТД. Было показано, что при применении Вейвлет – преобразования, качество внутритрубной диагностики увеличивается, становится возможным определение наименее выраженных дефектов, фильтрация возникающих помех, и как следствие уменьшение отказов и аварий на трубопроводах.

Ключевые слова: Природная среда, нефтегазовое дело, трубопроводный транспорт, неразрушающий контроль, магнитные методы, дефектоскоп, вейвлет – преобразование

THE IMPROVEMENT OF METHODS FOR ASSESSING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF FIELD PIPELINES TO REDUCE THE NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT AS A RESULT OF PIPELINE FAILURES.

*Adashchuk A.V., adashuk_anton@mail.ru
Ugra State University.
Khanty– Mansiysk, Russian Federation*

Abstract: Over the past few years, the total damage of accidental oil spills on field pipelines has amounted to more than 5 billion rubles. The methods used to assess the reliability of field pipelines do not always meet the reliability requirements. When performing in– line inspection, sensor errors, errors in signal processing, and local detection of defects occur, which requires improvement of current signal processing methods for in– line inspection. The author analyzed the current methods of in– line inspection, revealed their problems, and proposed a new methodology for signal processing in in– line inspection. It was shown that while using the Wavelet transform, the quality of in– line diagnostics increases and it becomes possible to determine the least pronounced defects, filter out the resulting interference, and as a result, reduce failures and accidents on pipelines.

Keywords. Natural environment, oil and gas industry, pipeline transport, non– destructive testing, magnetic methods, flaw detector, wavelet transform

За 2019 и 2020 гг., по данным нефтегазовых компаний, в России было зарегистрировано более 1900 разливов нефти. Оцененная площадь загрязнения окружающей среды, в результате разлива на грунты составила более 200 Га. Сумма экологического ущерба составила более 5 млрд рублей.

Основной причиной возникновения отказов является изношенность парка трубопроводов в результате внутренней и внешней коррозии. Следует отметить, что основная доля отказов лежит не на магистральных трубопроводах, а на промысловых.

Для оценки текущего состояния промысловых трубопроводов, наряду с контрольными осмотрами, выборочной ультразвуковой толщинометрией, ревизией, пневматическими и гидравлическими испытаниями, применяется внутритрубная диагностика (ВТД). Внутритрубная диагностика относится к методам неразрушающего контроля, позволяющим получать информацию об образовании и развитии дефектов без остановки работы системы перекачки нефти. Условия эксплуатации промысловых трубопроводов имеют непредсказуемость характеристик транспортируемого продукта: его коррозионную активность, неравномерность текущего износа трубопроводного фонда.

ВТД во многих компаниях выполняется с привлечением подрядных организаций, имеющих собственное либо арендованное диагностическое оборудование, по результатам проведения закупочных процедур. Данные процедуры существенно снижают оперативность выполнения работ и, в связи с ограниченным кругом поставщиков услуг по ВТД, имеют высокую стоимость. Высокая стоимость диагностирования снижает периодичность исследований и, как следствие, приводит к росту отказов и аварий.

Имеющиеся технологии ВТД, не всегда обеспечивают наивысшую достоверность диагностики. Существуют проблемы возникновения ошибок датчиков, неверного истолкования сигналов, неточного локального определения дефектов по трубе, неспособности определения наименее выраженных дефектов и др. При возникновении таких ошибок необходимо проводить диагностику одного трубопровода несколько раз, а также применять ДДК (дополнительный диагностический контроль), что не всегда является возможным.

Для более качественной и безаварийной эксплуатации трубопроводов необходимо сократить время между повторными обследованиями в 2 – 3 раза, либо повысить достоверность диагностики.

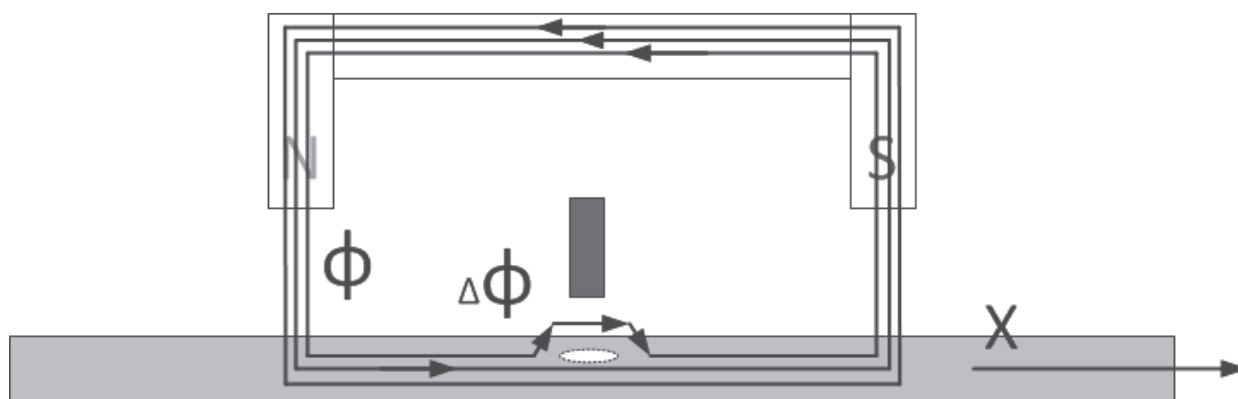


Рис.1. Намагничивающая система и датчик Холла

Наиболее достоверным применимым методом во внутритрубной диагностике является магнитный метод с намагничиванием основного металла трубопровода[1]. Он основывается на регистрации участков повышенной намагниченности, в местах, где возник дефект[2]. Магнитный поток, проходящий по трубопроводу, изменяет свое направление, в результате прохождения участков с малой магнитной проницаемостью.

На рисунке 1 представлены намагничивающая система и датчик Холла, который регистрирует изменения направления магнитного потока. Напряжение на выходе датчика

вейвлет – Анализа. После вейвлет преобразования можно идентифицировать дефект, который ранее не был обнаружен, вписав обнаруженные дефекты в систему координат, мы можем с наивысшей точностью локализовать на трубопроводе места наибольшей интенсивности вейвлет – коэффициентов (места нарушений в чистоте, где вероятен дефект). Возможность оценивания глубин разрушений основывается на априорном знании закономерностей преобразования поля всевозможных глубин разрушений, в эталонные поля измерений дефектоскопа.

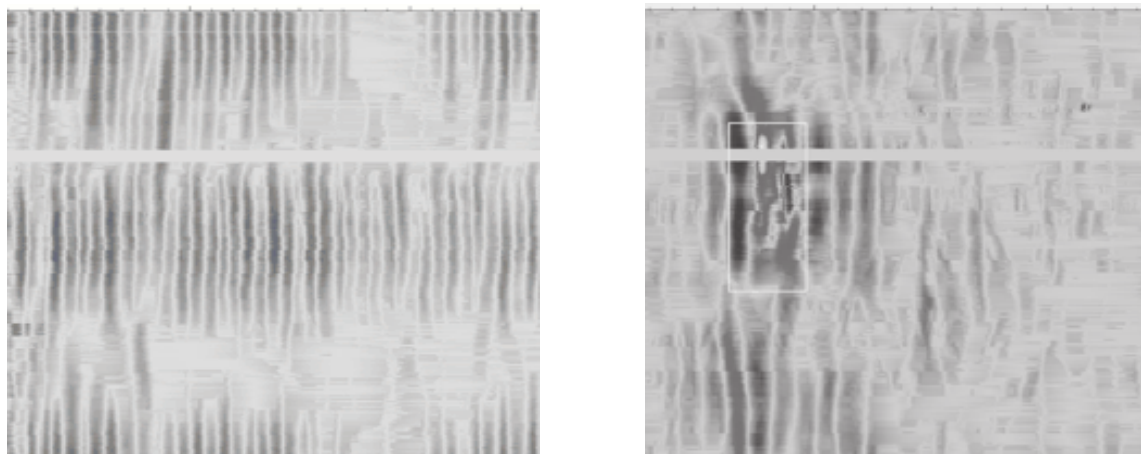


Рис. 4 – Исходный сигнал и сигнал после Вейвлет– преобразования преобразования

Данный дефект были обнаружен при помощи вейвлета Хаара. Те же самые преобразования можно сделать, используя другие вейвлеты, результат в таких случаях может отличаться. Это объясняется тем, что каждый вейвлет имеет различную центральную частоту. Данный факт говорит о том, что если в дефекте преобладают высокочастотные составляющие, они будут обнаруживаться вейвлетом Хаара[6]. Более низкочастотные составляющие дефекта обнаружатся вейвлетом, центральные частоты которых менее 0,9961 Гц (Гаусса, соif и тд.).

На практике данный подход применим в местах наиболее серьезных последствий в результате отказов, например на подводных переходах, или переходах через ФАД.

Таким образом, разработан комплексный метод обнаружения, локализации и измерения поля глубин разрушений внутритрубных дефектов по измерениям сигналов, полученных магнитным внутритрубным дефектоскопом. Данный метод позволяет улучшить качество внутритрубной диагностики, и как следствие уменьшить количество возможных аварий на трубопроводах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 18353– 79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. –Введ. 1980– 07– 01 –Издательство стандартов, 1987.
2. Загидулин Р.В., Мужичкий В.Ф. Трехмерная модель дефекта сплошности конечной протяженности в ферромагнитной пластине.// Дефектоскопия–338 2002 –№ 11 –с. 17– 25.
3. Загидулин Р.В., Мужичкий В.Ф., Шлеин Д.В., Загидулин Т.Р. Вейвлет– анализ магнитного поля дефекта сплошности в ферромагнитном изделии. Часть 1. Сравнительный анализ вейвлетного преобразования Фурье– преобразования распределения поля дефекта сплошности.// Контроль Диагностика– 2007 –№3 –с. 24– 29.
4. Загидулин Р.В., Мужичкий В.Ф., Шлеин Д.В., Загидулин Т.Р. Вейвлет– анализ магнитного поля дефекта сплошности в ферромагнитном изделии. Часть 2. Зависимость коэффициентов вейвлетного преобразования от геометрических параметров дефектов сплошности.// Контроль Диагностика– 2007 –№4 –с. 34– 44.

5. Загидулин Р.В., Мужичкий В.Ф., Шлеин Д.В., Загидулин Т.Р. Вейвлет-анализ магнитного поля дефекта сплошности в ферромагнитном изделии. Часть 3. Исследование коэффициентов вейвлетного преобразования поверхностного и внутреннего дефекта в сплошности. // Контроль. Диагностика. – 2008 – №7 – с. 18–24.
6. Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразование: Учеб. Пособие. // Новосибирск: Изд-во. НГТУ, 2003.

УДК 550.34(476)

СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Аронов Г.А., e-mail: aronovg@tut.by

*Центр геофизического мониторинга Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: В районе Старобинского месторождения калийных солей сейсмологические наблюдения проводятся с 1983 г. Сейсмические события, зарегистрированные в Солигорском горнопромышленном районе, следует отнести к индуцированной сейсмичности, поскольку ее возникновение произошло под воздействием техногенных деформационных процессов. Сейсмические события приурочены к существующим в регионе разломам и проявляются как в контуре шахтных полей, так и за его пределами. Современные сейсмотектонические деформации в районе исследования оказываются вполне сопоставимыми с многочисленными дизъюнктивными деформациями, проявившимися в новейшую стадию развития. Анализ результатов сейсмологических исследований показывает, что основными причинами, вызывающими возникновение сейсмической активности в районе месторождения, являются как наличие области, ослабленной подземными выработками, так и действие региональных тектонических сил.

Ключевые слова: землетрясение, магнитуда, разлом, тектоника, геодинамика, сейсмотектоническая активность.

SEISMOTECTONIC INVESTIGATION IN THE REGION OF THE STAROBIN POTASSIUM SALT DEPOSIT

Aronov G.A., e-mail: aronovg@tut.by

*Center of Geophysical Monitoring of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract: The seismological observation has been carried out in the region of the Starobin potassium salt deposit since 1983. The seismic events recorded in the Soligorsk mining region should be considered as induced seismicity, because it is due to the technogeneious deformation processes occurring there. The seismic events are confined to the faults existing in this area and are occurred both within the mine field limits and outside. The present – day seismotectonic deformations in the studied region seem to be well correlated with numerous disjunctive deformations developed at the most recent evolution stage. The results of seismological investigations carried out suggest that the major causes of seismic activity in the deposit mining region are both the presence of an area weakened by underground mine workings there, and the action of regional tectonic forces.

Keywords: earthquake, magnitude, fault, tectonics, geodynamics, seismotectonic activity.

Введение. Старобинское месторождение калийных солей в Беларуси, крупнейшее в Европе, было открыто в 1949 году и начало разрабатываться с начала шестидесятых годов

прошлого столетия. Руда добывается подземным способом. Месторождение образовалось около 300 миллионов лет назад в конце девонского периода геологической истории. На месте нынешнего Полесья находилось мелководное море с обширными лагунами. В результате активных испарений и прогибов дна бассейна вследствие вертикальных колебательных движений формировались отложения солей натрия и калия, чередовавшихся с глинисто – карбонатными слоями [5].

Сейсмологические наблюдения. Непрерывные круглосуточные наблюдения в районе Старобинского месторождения калийных солей были начаты в 1983 году. В настоящее время для определения пространственно – временных и энергетических параметров очагов землетрясений в районе месторождения была создана Солигорская локальная сеть наблюдений, которая состоит из 8 пунктов наблюдений. Локальная сеть представляет собой автоматизированную цифровую систему наблюдений в режиме реального времени. Технические средства, которой состоят из измерительного оборудования – сейсмометров фиксирующих движения почвы, возникающих в результате распространения сейсмических волн. Регистрирующее оборудование обеспечивает запись сигналов от сейсмометров. Средства связи служат для передачи данных в центр сбора и обработки данных. Управляющих микропроцессорных модулей и системы энергообеспечения.

В процессе обработки данных производится идентификация сейсмических событий, в том числе выделение региональных и местных (локальных) землетрясений, промышленных взрывов, источников природных и техногенных шумов. На основе специальных методов анализа осуществляется интерпретация сейсмических событий, определение времени развития события в очаге, координат эпицентра, глубины очага и его энергетический уровень. Таким образом, по результатам многолетних наблюдений и обработки данных были получены инструментальные записи местных землетрясений, определены их кинематические и динамические параметры, составлены соответствующие бюллетени и каталоги. Первичная фактографическая информация и результаты ее обработки системно размещены в специально созданных базах данных, являющихся основой для сейсмологических, сейсмотектонических, геолого – геофизических исследований.

Результаты и их обсуждение. Результаты обработки сейсмических данных о всех зафиксированных землетрясениях рассмотрим посредством анализа разных сечений поля эпицентров – во времени, в пространстве и по энергетическим характеристикам. За период наблюдений с 1983г. по настоящее время зарегистрировано и обработано более 1700 сейсмических событий в Солигорском горнопромышленном регионе и окружающей его территории. Зафиксировано 5 землетрясений, которые имели ощутимый характер: 1978 г. (д. Кулаки, магнитуда $M=3.0$, интенсивность $I_0=4-5$), 1983 г. (г.п. Повстынь, $M=2.8$, $I_0=4-5$), 1985 г. (г. Глуск, $M=3.1$, $I_0=3-4$), 1998 г. (п. Погост, $M=1.9$, $I_0=4-5$ и $M=0.8$, $I_0=2-3$). На рисунке 1 приведена картографическая схема эпицентров сейсмических событий, размер радиуса отражает относительную величину магнитуды землетрясения. Особенностью пространственного распределения землетрясений в Солигорском горнопромышленном регионе является проявления сейсмичности за пределами зоны подземных промышленных выработок[3].

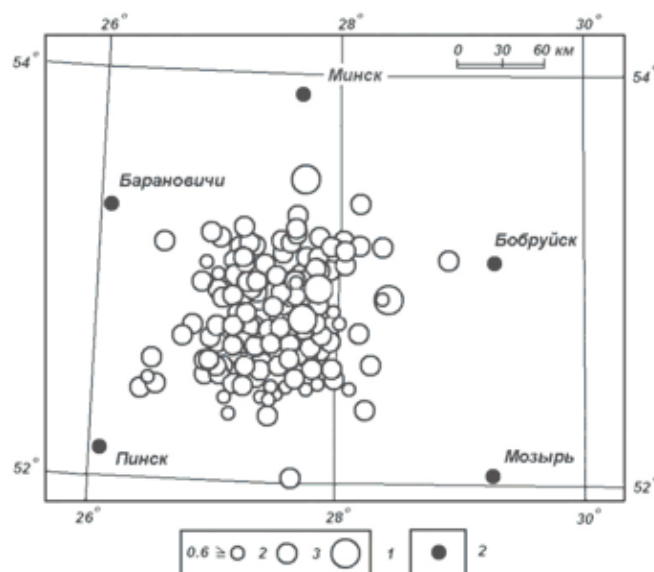


Рис. 1 –Картографическая схема эпицентров сейсмических событий в Солигорском горнопромышленном регионе и на сопредельной территории: 1 – магнитуда землетрясений; 2 – город

Основную часть сейсмических событий, зарегистрированных в Солигорском горнопромышленном регионе, следует отнести к индуцированной сейсмичности, поскольку ее возникновение произошло под воздействием естественных деформационных процессов. Индуцированная сейсмичность возникает только как реакция горного массива на техногенное воздействие и без воздействия не происходит. Эта реакция массива на воздействие может состоять в изменении условий взаимодействия структур внутри массива, либо явиться причиной перераспределения естественного напряженного состояния между структурами с высвобождением некоторой его части в виде релаксационных процессов. Индуцированная сейсмичность формируется в основном в слабосейсмичных регионах в результате такого внешнего воздействия, которое либо изменяет геодинамические свойства массива, нарушая сложившееся динамическое равновесие и переводя взаимодействующие структуры в новое состояние с выделением энергии, либо вызывает перераспределение напряжений внутри массива, приводя к их концентрации в некоторой его области до критического состояния с последующим высвобождением в виде сейсмических колебаний. Интенсивность сейсмических колебаний может при этом достигает величины магнитуды, характерной для природных землетрясений. В подобных массивах без техногенного вмешательства индуцированная сейсмичность обычно отсутствует, поэтому она появляется во время проведения горных работ [1].

Сопоставление эпицентров всех зарегистрированных землетрясений с тектоническими разрывными нарушениями показывает, что многие разломы сейсмически активны. Эпицентры большинства слабых сейсмических толчков сконцентрированы вдоль разломов различного направления или их звеньев, т.е. слабые землетрясения в общих чертах трассируют разлом. Наблюдается приуроченность землетрясений к следующим разломам: субмеридионального простирания – Стоходско – Могилевскому, Кричевскому, Выжевско – Минскому и субширотного простирания – Северо– Припятскому, Ляховичскому, Речицкому, Червонослободско– Малодушенскому, Копаткевичскому, Шестовичскому, Сколодинскому. Отдельные события попадают в зоны пересечения этих разломов. В зоне пересечения Ляховичского и Речицкого региональных разломов находится эпицентр землетрясения 1978 г. К зоне пересечения доплатформенного Стоходско – Могилёвского и Северо – Припятского суперрегиональных разломов приурочен эпицентр землетрясения 1983 г. К зоне пересечения доплатформенного Кричевского регионального и Северо – Припятского суперрегионального разломов приурочен эпицентр землетрясения 1985 г. Эпицентры землетрясений 1998 г.

относятся к зоне пересечения Ляховичского регионального и доплатформенного Стоходско – Могилёвского суперрегионального разломов[4].

Говоря об элементах динамики развития сейсмотектонического процесса, нужно иметь в виду миграцию в пространстве и во времени сейсмической активизации, выявленной при сравнении карт сейсмичности, построенных по данным за различные периоды. Зоны группирования эпицентров землетрясений 1983 и 1988 гг. располагаются в западной части эпицентральной области и рассеиваются вдоль глубинных разломов: Стоходско – Могилевского, Речицкого, Ляховичского. Для сейсмических событий 1984 и 1987 гг. зоны группирования эпицентров вытянуты вдоль Стоходско – Могилевского разлома, охватывая зоны пересечения с субширотными разломами. Зоны группирования эпицентров землетрясений 1985 и 1994 гг. имеют широтную направленность и сильно вытянуты по площади до Кричевского разлома, с севера эпицентры рассеиваются вдоль Северо – Припятского разлома, а на юге – вдоль Ляховичского, Червонослободско – Малодушинского и Копаткевичского разломов. В 1986, 1989, 1990, 1993 гг. зоны группирования эпицентров землетрясений рассеиваются на севере вдоль Налибокского регионального, Северо – Припятского и Стоходско – Могилевского суперрегиональных разломов, а на юге – вдоль Копаткевичского разлома. В 1991, 2001–2004 гг. зоны группирования эпицентров землетрясений имеют субмеридиональную вытянутость и ограничены на севере Северо – Припятским, а на юге – Копаткевичским разломами. В 1992 г. зона группирования эпицентров землетрясений располагается в южной части эпицентральной области, на севере оконтурена Червонослободско – Малодушинским, а на юге – Шестовичским разломами. Для периода 1995–2000 гг., 2010 г., 2014 г. характерно обширное рассеивание зон группирования эпицентров по площади на севере вдоль Северо – Припятского суперрегионального разлома, на юге – Копаткевичского и Шестовичского, на востоке – до Кричевского разломов. В 2005–2006 гг. зоны группирования эпицентров землетрясений располагаются в восточной части эпицентральной области и рассеиваются вдоль восточной части Северо – Припятского, Речицкого, Червонослободско – Малодушинского разломов. В 2009, 2013, 2017 гг. зоны группирования эпицентров землетрясений имеют вытянутую форму в направлении северо – запад – юго – восток. В остальные года наблюдается расположение эпицентров вокруг шахтного поля с тенденцией увеличения зоны рассеивания[2].

Таким образом, при разработке Старобинского месторождения калийных солей были нарушены равновесные геодинамические условия, что вызвало критическое перераспределение напряжений в разрабатываемых пластах и вмещающих породах. Крупномасштабное перемещение горных масс в сочетании с особенностями тектонической обстановки региона, в пределах которого находится это месторождение, стало причиной возникновения местной сейсмичности. Высокая сейсмическая активность в районе разработки месторождения реализуется на фоне слабого проявления в смежных территориях. Сейсмические события, происходящие в районе месторождения, следует отнести к индуцированной сейсмичности, что является следствием естественных деформационных процессов в регионе. Они также несут важную информацию о пространственном расположении активно деформирующихся областей горного массива. При этом активизация древних разрывных нарушений проявляется в форме современных движений на границах тектонических блоков в сочетании с инструментально установленным фактором местной сейсмичности.

Выводы. Анализ результатов сейсмологических наблюдений и исследований позволяет сделать вывод, что основными причинами, вызывающими возникновение сейсмической активности в районе месторождения, являются как наличие области, ослабленной подземными выработками, так и действие региональных тектонических сил. Изучение энергетических пространственно – временных особенностей сейсмического режима позволяет использовать их при оценке степени сейсмической опасности в исследуемом Солигорском горнопромышленном регионе.

Динамика миграции ежегодного положения зон группирования эпицентров землетрясений в районе Старобинского месторождения калийных солей определяется

характером направленности современного поля напряжений. Однако отсутствие равномерной сейсмической активности вдоль протяженных разломных структур, по – видимому, можно объяснить тем, что хотя дизъюнктивные нарушения являются вероятными местами проявления тектонических напряжений, сейсмогенные напряжения накапливаются в тех блоках, где направления развития деформации различных по уровню геодинамических систем соответствует друг другу. Для поля напряжений участков более мелких размеров определяющими являются взаимодействия структурных особенностей мелких рангов наиболее подвижных элементов земной коры, следовательно, поля напряжений их менее устойчивы во времени.

Проявление сейсмических событий за пределами зоны промышленных выработок служит признаком того, что с определенного времени сейсмический процесс, первоначально инициированный подземными горнопромышленными работами, связан с особенностями региональных геодинамических факторов, и характеризуется расширением ареала сейсмичности. Произошедшие землетрясения послужили мощным толчком для развития целенаправленных исследований и работ в Солигорском горнопромышленном регионе по совершенствованию системы геодинамической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аронов А.Г., Аронов Г.А. Мониторинг индуцированной сейсмичности в районе Старобинского месторождения калийных солей в Беларуси // Вестник НЯЦ РК. – 2018. – Выпуск 2. – С. 129–134.
2. Аронов Г.А. Динамика миграции зон группирования эпицентров землетрясений в северо– западной части Припятского прогиба // Анализ, прогноз и управление природными рисками с учетом глобального изменения климата – ГЕОРИСК– 2018: Материалы X Междунар. науч.– прак. конф.: в 2 т., Москва, 23– 24 окт. 2018 г. / отв. ред. Н.Г. Мавлянова. – Москва: РУДН, 2018. – Ч. 1. – С. 262–267.
3. Аронов Г.А. Особенности пространственно– временной сейсмической активности в Солигорском горнопромышленном регионе // Доклады НАН Беларуси. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 216–222. doi: 10.29235/1561– 8323– 2019– 63– 2– 000– 000
4. Аронов Г.А. Тектонические разрывные нарушения и сейсмическая активность в районе Старобинского месторождения калийных солей // Проблемы тектоники континентов и океанов. Том 1. Материалы LI Тектонического совещания, г. Москва, 29 янв. – 2 фев. 2019 г. / Отв. ред. К.Е. Дегтярев. – М.: ГЕОС, 2019. – С. 22–26.
5. Геология Беларуси / А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев и др. – Минск: Ин– т геол. наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.

УДК 556.531

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ГОРОДА ВОРОНЕЖ

*Белозеров Д.А., Корнев А.В., belozerovaldenis@yandex.ru
Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия*

Аннотация: В статье приводится анализ экологического состояния поверхностных вод рек в районе города Воронеж. Анализ произведен на основании изучения химического состава воды по следующим компонентам: pH, нитриты, нитраты, Fe(III), Fe(II), NH₄, SO₄, Cl и карбонатная жёсткость. В результате проведенных анализов выявлено: превышение ПДК по pH в образце взятом из водохранилища в районе Северного моста; превышения ПДК по нитритам в реке Воронеж в районе Рамони, а также в реке Дон рядом с

микрорайоном Подпольное; превышение ПДК по железу в образцах взятых из реки Усманка; по аммонии превышения в водохранилище и реке Воронеж; по сульфатам в реке Усманка.

Наиболее загрязнённым источником является река Воронеж рядом с Рамонью, так как в образцах взятых там было наибольшее количество превышений ПДК. Наиболее чистой – Девица, так как там не выявлено превышений ПДК.

Ключевые слова: поверхностные воды, состояние, оценка, город Воронеж, загрязнение.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF SURFACE WATERS IN THE AREA OF THE CITY OF VORONEZH

*D.A. Belozеров, A.V. Kornev, belozerovdenis@yandex.ru
Voronezh State University, Voronezh, Russia*

Abstract. The article provides an analysis of the ecological state of surface waters of rivers in the area of the city of Voronezh. The analysis was made on the basis of studying the chemical composition of water for the following components: pH, nitrite, nitrate, Fe (III), Fe (II), NH_4 , SO_4 , Cl and carbonate hardness. As a result of the performed analyzes, it was revealed: the excess of the maximum permissible concentration for pH in the sample taken from the reservoir in the area of the North Bridge; exceeding the MPC for nitrites in the Voronezh River in the Ramon region, as well as in the Don River near the Podpolnoye microdistrict; excess of MPC for iron in samples taken from the Usmanka River; excess ammonium in the reservoir and the Voronezh River; on sulfates in the Usmanka river. The most polluted source is the Voronezh River near Ramon, as in the samples taken there there was the largest number of exceedances of the MPC. The cleanest one is Devitsa, since no excess of MPC was found there.

Key words: surface waters, condition, assessment, Voronezh city, pollution.

В последние годы проблема загрязнённости поверхностных вод становится актуальна, как никогда. С увеличением потребления воды, её качество всё больше начинает волновать человечество. Вода как ресурс постепенно исчерпывается, и в связи с этим проблема загрязнённости воды начинает сильно волновать уже не только учёных из разных стран, но и простых людей [1].

Цель – оценить экологическое состояние поверхностных вод в районе города Воронеж. Задачи:

1. Отбор проб из рек в районе города Воронеж
2. Проведение химического анализа отобранных образцов
3. Сравнение полученных результатов с ПДК
4. Составление вывода о состоянии поверхностных вод в районе города Воронеж

Объектом данного исследования стали поверхностные воды на территории Воронежской области.

Предметом исследования является анализ качественного состава поверхностных вод в указанных областях.

Образцы были взяты из таких мест, как реки Воронеж, Дон, Девица, Усманка, Воронежское водохранилище и озеро Грязное.

Воронеж – левый приток реки Дон. Протекает по территории Тамбовской, Липецкой и Воронежской области. Длина – 342 км. Площадь водосборного бассейна – 21600 км². Средний расход воды — 70,8 м³/с.

Дон – длина реки – 1870 км. Площадь водосборного бассейна — 422 тыс. км². Средний расход воды – 680 м³/с. Уклон реки – 0,096 м/км.

Девица – река в Нижнедевицком, Хохольском и Семилукском районах Воронежской области, верхний правый приток реки Дон. Длина около 89 км. Площадь бассейна 1520 км². Исток реки расположен близ села Кучугуры, устье недалеко от г. Семилуки. Высота устья —

85 м над уровнем моря. Протекает по овражистой местности. По данным исследований проведённых ранее в реке Девица были выявлены превышения по таким веществам, как железо, нитриты и аммоний азота.

Воронежское водохранилище – целиком расположено в городском округе Воронеж и является одним из крупнейших в мире водохранилищ, целиком расположенных в городской черте. В настоящее время размеры водохранилища: площадь 59,9 км², объём 0,1993 км³, средняя ширина 1,7 км, средняя глубина 3,3 м, максимальная глубина 19,4 м. Экологические исследования, которые были проведены ранее, показывают сильную загрязнённость водохранилища. Ведутся работы по увеличению средней глубины водоёма с целью его очистки.

Отбор проб поверхностных вод производился в 13 пунктах:

Точка отбора проб Воронеж 1 располагается очень близко к Рамонскому мосту через реку Воронеж. Недалеко располагаются несколько пляжей. Ещё близко располагается Сахарный завод.

Точка отбора проб Воронеж 2 располагается очень близко к Ступинскому мосту. Также недалеко находится пляж. Ещё там располагаются несколько сельскохозяйственных полей.

Точка отбора проб Водохранилище 1 располагается близко к Северному мосту, а также к дороге. Недалеко проводятся строительные работы, а также автостоянка.

Точка отбора проб Водохранилище 2 располагается рядом с Придаченской дамбой. Также близко к дороге. В этом месте проводятся спортивные мероприятия.

Точка отбора проб Водохранилище 3 располагается около песчаного пляжа у Адмиралтейской площади, рядом располагается дорога.

Точка отбора проб Дон 1 располагается рядом с мостом, расположенным на Курской трассе. Рядом располагается предприятие по производству сельскохозяйственной техники, а также поля и заповедник и сафари – парк Дон Семилуки.

Точка отбора проб Дон 2 располагается рядом с Гремяченским понтонным мостом. Рядом много сельскохозяйственных полей.

Точка отбора проб Девица 1 располагается приблизительно в 2 км от Курской трасс, рядом много огородов.

Точка отбора проб Девица 2 располагается приблизительно в 1 км от Курской трассы, находится рядом с мостом, рядом много полей.

Исследования проводились по таким параметрам как: рН, нитриты, нитраты, Fe(III), Fe(II), NH₄, SO₄, Cl и карбонатная жёсткость. После проведённых исследований полученные данные сравнились с соответствующими значениями ПДК [2].

Почти все образцы находятся в пределах ПДК по рН для рек, которая составляет от 6,5 до 8,5. В пробе воды Водохранилище 1 превышен ПДК, там наблюдается щелочная среда, это связано с преобладанием щелочных веществ в воде.

Содержание нитритов в 6 пробах из 9 не превышает ПДК. Оставшиеся 3 пробы имеют превышение ПДК, в пробах Дон1, Воронеж 1 и Воронеж 2 выявлено превышение в 1,25 раза, это связано с большим содержанием не разложившихся азотосодержащих органических соединений.

В местах отбора проб Усманка 1 и 2 были выявлены превышения ПДК по железу, в 2 и 2,5 раза выше нормы. В остальных местах отбора проб уровень содержания Fe(III) не превышает ПДК. Это связано с присутствием в воде природных органических комплексах (гуматы), которые образуют коллоидные взвеси.

В местах отбора проб Воронеж 2 и Водохранилище 1 наблюдается превышение ПДК по NH₄, это связано с биохимическими процессами разложения белковых веществ, соединений азота. Во всех остальных образцах NH₄ в пределах ПДК.

Почти во всех образцах концентрация сульфатов не превышает ПДК. В образце взятом из точки Усманка 3 значения превышает ПДК, в связи содержанием в воде частиц серосодержащих осадочных горных пород.

После проведения всех исследований были выявлены следующие результаты: превышение ПДК по pH выявлено в образце взятом из Водохранилища в районе Северного моста; превышения ПДК по нитритам выявлено в реке Воронеж в районе Рамони, а также в реке Дон рядом с микрорайоном Подпольное; превышение ПДК по железу выявлено в образцах взятых из реки Усманка; по аммонии превышения выявлены в водохранилище и реке Воронеж; по сульфатам в реке Усманка.

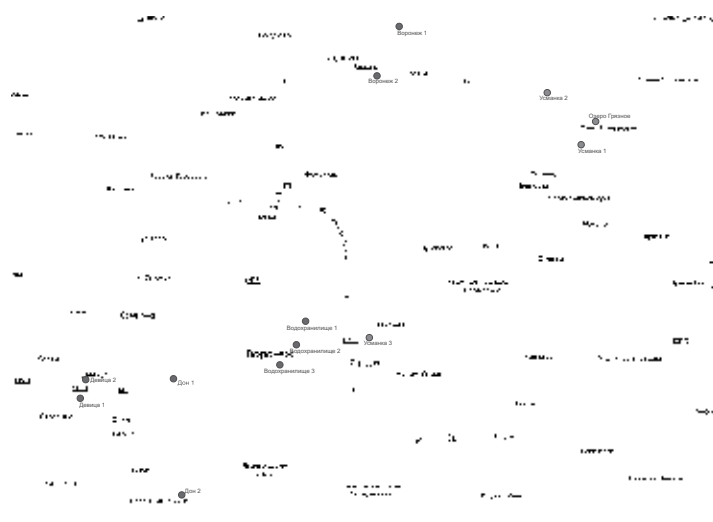


Рис. 1 – Схема мест отбора проб

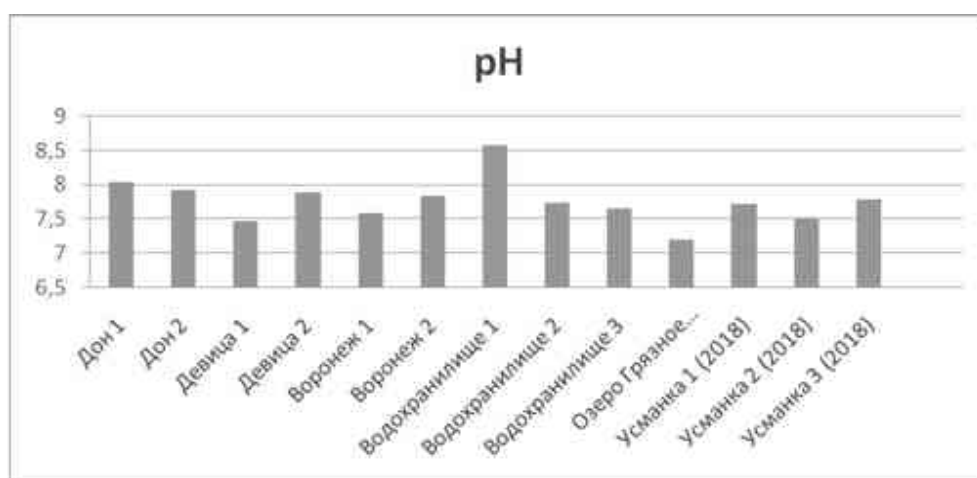


Рис. 2 – Значения кислотно– щелочного баланса поверхностных вод

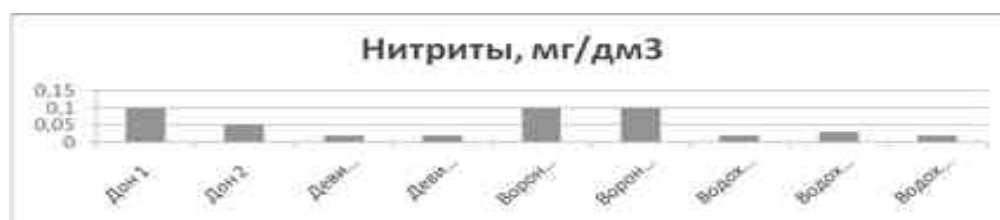


Рис. 3 – Концентрации нитратов в поверхностных водах

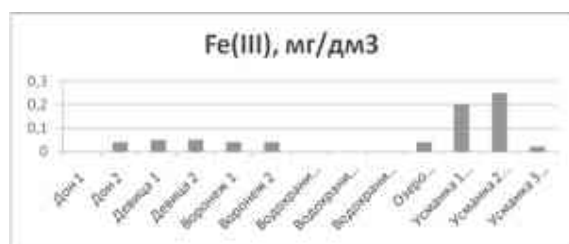


Рис. 4 – Концентрации железа в поверхностных водах

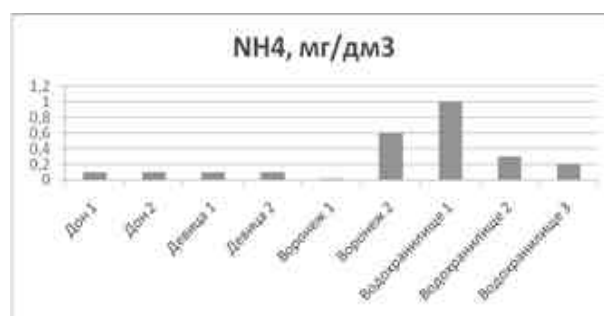


Рис. 5 – Концентрации аммоний азота в поверхностных водах

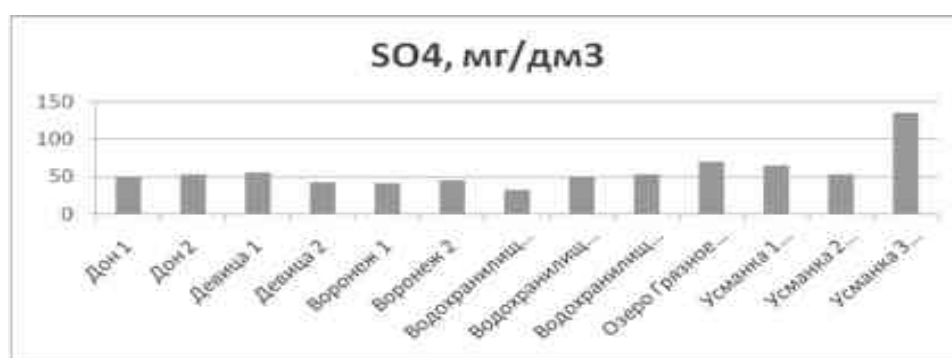


Рис. 6 – Концентрации сульфатов в поверхностных водах

Таблица 1 – Данные химических анализов поверхностных вод

	pH	Нитриты	Fe(III)	NH4	SO4
ПДК	6,5 – 8,5	0,08 мг/дм³	0,1 мг/дм³	0,5 мг/дм³	100 мг/дм³
Дон 1	8,04	0,1 мг/дм³	0 мг/дм³	0,1 мг/дм³	50 мг/дм³
Дон 2	7,93	0,05 мг/дм³	0,04 мг/дм³	0,1 мг/дм³	53 мг/дм³
Девица 1	7,48	0,02 мг/дм³	0,05 мг/дм³	0,1 мг/дм³	55 мг/дм³
Девица 2	7,89	0,02 мг/дм³	0,05 мг/дм³	0,1 мг/дм³	42 мг/дм³
Воронеж 1	7,59	0,1 мг/дм³	0,04 мг/дм³	0,01 мг/дм³	41 мг/дм³
Воронеж 2	7,85	0,1 мг/дм³	0,04 мг/дм³	0,6 мг/дм³	45 мг/дм³
Водохранилище 1	8,58	0,02 мг/дм³	0 мг/дм³	1 мг/дм³	32 мг/дм³
Водохранилище 2	7,74	0,03 мг/дм³	0 мг/дм³	0,3 мг/дм³	50 мг/дм³
Водохранилище 3	7,66	0,02 мг/дм³	0 мг/дм³	0,2 мг/дм³	52 мг/дм³
Озеро Грязное (2018)	7,2		<= 20 мг/дм³	0,04 мг/дм³	0 мг/дм³
Усманка 1 (2018)	7,72		<= 20 мг/дм³	0,2 мг/дм³	0 мг/дм³
Усманка 2 (2018)	7,5		<= 20 мг/дм³	0,25 мг/дм³	0 мг/дм³
Усманка 3 (2018)	7,79		<= 20 мг/дм³	0,02 мг/дм³	0 мг/дм³

Наиболее загрязнённым источником является река Воронеж рядом с Рамонью, так как в образцах взятых там было наибольшее количество превышений ПДК. Наиболее чистой – Девица, так как там не выявлено превышений ПДК.

Основная причина загрязнений это аграрная и промышленная деятельность человека, которая приводит к загрязнению поверхностных вод, в ходе сброса отходов и использования определённых веществ, которые попадают в реки и просачиваются в почву.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косинова И. И., Белозеров Д. А., Методика оценки трансформации верхних водоносных горизонтов в зоне влияния предприятий по производству минеральных удобрений. Труды НИИ геологии Воронеж. гос. ун-та. Вып. 84, Воронеж, 2014. 121 с.
2. Косинова И. И., Богословский В. А., Бударина В. А. Методы эколого-геохимических, эколого-геофизических исследований и рациональное недропользование: учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению 511000 "Геология" и университетским геол. специальностям. Воронеж, Изд-во гос. ун-та. 2004. 279 с.

УДК 502.3

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

*Гуман О.М.¹, guman2007@mail.ru, Вегнер–Козлова Е. О.², katya.human@mail.ru
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» г. Екатеринбург,
Россия*

*Институт экономики Уральского отделения РАН, Россия, Екатеринбург; УрФУ имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, Екатеринбург*

Аннотация: В статье перечислены современные требования к рекультивации нарушенных земель, обозначены сложности, возникающие при проектировании, связанные с многообразием требований по направлениям рекультивации и факторов природных условий, а также разными подходами при прохождении проектами экологической экспертизы. Предложено, чтобы контроль рекультивации нарушенных земель осуществлялся муниципальными образованиями.

Ключевые слова: рекультивация нарушенных земель; нормативно – правовые акты по рекультивации; направления рекультивации; природные факторы, определяющие направление рекультивации; технические условия при использовании отходов; субъекты рекультивации.

В регионах, где активно происходит добыча полезных ископаемых и их обогащение, а также есть металлургическое производство и огромное количество заводов, потребляющих сырье, формируются нарушенные земли, требующие их восстановления для использования в народном хозяйстве. Уральский регион относится к таким промышленным регионам, поэтому проблема рекультивации нарушенных земель здесь стоит достаточно остро.

MODERN REQUIREMENTS FOR RECLAMATION OF DISTURBED LAND

Guman O. M. ¹, guman2007@mail.ru, Wegner–Kozlova E. O. ², katya.human@mail.ru

¹Ural State Mining University, 620144, 30, Kuibyshev st., Ekaterinburg, Russia

² Institute of Economics The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 620014, Moscow str., 29. Ekaterinburg, Russia; Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin», 620014, Ekaterinburg, Lenin str., 13B, Russia, Ekaterinburg

Annotation. The article lists the current requirements for the reclamation of disturbed land, identifies the difficulties that arise in the design process, associated with the variety of requirements for the areas of reclamation and factors of natural conditions, as well as different approaches to passing environmental assessment projects. It is proposed that the control of reclamation of disturbed land should be carried out by municipalities.

Keywords: recultivation of disturbed lands; normative legal acts on recultivation; directions of recultivation; natural factors that determine the direction of recultivation; technical conditions for the use of waste; subjects of recultivation.

К сожалению, принципы и подходы к процессу рекультивации на современном этапе не выработаны. Нормативных документов мало, а те, что были, признаны утратившими силу: Постановление Правительства РФ от 23.02.1994 № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы»; Постановление Правительства РФ от 02.10.2002 № 830 «Об утверждении Положения о порядке консервации земель с изъятием их из оборота»; Приказ Минприроды России № 525, Роскомзема № 67 от 22.12.1995.

В Приказе Минприроды № 525[3] были обозначены нарушенные земли, подлежащие обязательной рекультивации, при: разработке месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способом, а также добыче торфа; прокладке трубопроводов, проведении строительных, мелиоративных, лесозаготовительных, геолого – разведочных, испытательных, эксплуатационных, проектно – изыскательских и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова; ликвидации промышленных, военных, гражданских и иных объектов и сооружений; складировании и захоронении промышленных, бытовых и других отходов; строительстве, эксплуатации и консервации подземных объектов и коммуникаций (шахтные выработки, хранилища, метрополитен, канализационные сооружения и др.); ликвидации последствий загрязнения земель, если по условиям их восстановления требуется снятие верхнего плодородного слоя почвы; проведении войсковых учений за пределами специально отведенных для этих целей полигонов.

Выбор направлений рекультивации определяется в соответствии с требованиями классификации нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве, таблица 1.

Таблица 1–Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации[1]

Группа нарушенных земель по направлениям рекультивации	Вид использования рекультивированных земель
Земли сельскохозяйственного направления рекультивации	Пашни, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения
Земли лесохозяйственного направления рекультивации	Лесонасаждения общего хозяйственного и полезащитного назначения, лесопитомники
Земли водохозяйственного направления рекультивации	Водоемы для хозяйственно– бытовых, промышленных нужд, орошения и рыбоводческие
Земли рекреационного направления рекультивации	Зоны отдыха и спорта: парки и лесопарки, водоемы для оздоровительных целей, охотничьи угодья, туристические базы и спортивные сооружения
Земли природоохранного и санитарно– гигиенического направления рекультивации	Участки природоохранного назначения: противоэрозионные лесонасаждения, задернованные или обводненные участки, участки, закрепленные или законсервированные техническими средствами, участки самозарастания – специально не благоустраиваемые для использования в хозяйственных или рекреационных целях
Земли строительного направления рекультивации	Площадки для промышленного, гражданского и прочего строительства, включая размещение отвалов отходов производства (горных пород, строительного мусора, отходов обогащения и др.)

Требования к данному процессу отличаются содержательной частью в зависимости от направления рекультивации. Например, при рекультивации земель сельскохозяйственного назначения поверхностный слой должен быть сложен породами, пригодными для биологической рекультивации; выполняют планировку участков нарушенных земель, обеспечивающую производительное использование современной техники для сельскохозяйственных работ и исключающую развитие эрозионных процессов и оползней; проводят интенсивное мелиоративное воздействие с выращиванием однолетних, многолетних злаковых и бобовых культур для восстановления и формирования корнеобитаемого слоя и его обогащения органическими веществами при применении специальных агрохимических, агротехнических, агролесомелиоративных, инженерных и противоэрозионных мероприятий и т.п. При рекультивации земель лесохозяйственного направления учитываются насаждения эксплуатационного назначения, а при необходимости, лесов защитного, водорегулирующего и рекреационного назначения; создают в неблагоприятных почвенно–грунтовых условиях лесонасаждения, выполняющие мелиоративные функции; выполняют подбор древесных и кустарниковых растений в соответствии с классификацией горных пород, характером гидрогеологического режима и других экологических факторов; организуют противопожарные мероприятия и др. При водохозяйственном направлении рекультивации учитывается то, что водоемы могут быть различного назначения – в карьерных выемках, траншеях, деформированных участках шахтных полей; а также могут использоваться для водоснабжения, рыбоводческих и рекреационных целей, орошения; возникает необходимость в строительстве соответствующих гидротехнических сооружений, в защите дна и берегов от возможной фильтрации и т.п. При санитарно – гигиеническом направлении мероприятия по технической и биологической рекультивации при консервации нарушенных земель должны согласовываться с органами санитарно-эпидемиологической службы; консервация шламоотстойников, хвостохранилищ, золоотвалов и других промышленных отвалов, содержащих токсичные вещества выполняется с соблюдением санитарно – гигиенических норм; вяжущие материалы для закрепления поверхности нарушенных земель, не должны оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду и должны быть водопрочными и устойчивыми к температурным колебаниям и др.

Содержательная часть проектов по рекультивации регламентируется двумя документами, приведенными в таблице 2.

Таблица 2.–Содержательная часть проектов по рекультивации

Постановление Правительства РФ от 10 июля 2018 г. N 800 "О проведении рекультивации и консервации земель" (с изменениями и дополнениями)	Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" (с изменениями и дополнениями)
1. Пояснительная записка 2. Эколого–экономическое обоснование рекультивации земель, консервации земель 3. Содержание, объемы и график работ по рекультивации земель, консервации земель 4. Сметные расчеты (локальные и сводные) затрат на проведение работ по рекультивации земель, консервации земель содержит локальные и сводные сметные расчеты затрат по видам и составу работ по рекультивации земель, консервации земель. Такой раздел разрабатывается в случае осуществления рекультивации земель, консервации	1. Пояснительная записка 2. Схема планировочной организации земельного участка 3. Архитектурные решения 4. Конструктивные и объемно – планировочные решения 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно–технического обеспечения, перечень инженерно – технических мероприятий, содержание технологических решений 6. Проект организации строительства 7. Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства 8. Перечень мероприятий по охране окружающей среды 9. Мероприятия по обеспечению пожарной

земель с привлечением средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации.	безопасности 10. Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов 11. Смета на строительство объектов капитального строительства 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами
При экологической экспертизе	
Применяют данные требования к нарушенным землям	Применяют данные требования к объектам

Практика проведения экологической экспертизы свидетельствует о том, что существуют разные требования к проекту рекультивации нарушенных земель в зависимости от объекта рекультивации – или нарушенные земли, которые, как правило, не имеют собственника, или объекты, принадлежащие на правах собственности предприятиям, физическим лицам.

Сложность разработки проектов рекультивации также обусловлена факторами, определяющими содержательную часть проектов: природные условия района (климатических, педологических, геологических, гидрологических, вегетационных); перспективы развития района работ; фактического или прогнозируемого состояния нарушенных земель к моменту рекультивации (площади, формы техногенного рельефа, степени естественного зарастания, современного и перспективного использования нарушенных земель, наличия плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород, прогноза уровня грунтовых вод, подтопления, иссушения, эрозионных процессов, уровня загрязнения почвы); показатели химического и гранулометрического состава, агрохимических и агрофизических свойств, инженерно – геологическая характеристика вскрышных и вмещающих пород и их смесей в отвалах, хозяйственные, социально – экономические и санитарно – гигиенические условия района размещения нарушенных земель; срок использования рекультивированных земель с учетом возможности повторных нарушений; охрана окружающей среды от загрязнения ее пылью, газовыми выбросами и сточными водами в соответствии с установленными нормами ПДВ и ПДК; охрана флоры и фауны.

Все эти факторы отражаются в отчетах по инженерным изысканиям (инженерно–геодезическим, инженерно – геологическим, инженерно – экологическим, инженерно–гидрометеорологическим).

При использовании отходов для рекультивации (предварительно переведенным в продукцию) дополнительно разрабатываются Технические условия с получением Сертификатов на продукцию и защитой Технологии их получения.

Субъекты рекультивации приведены на рисунке 1.

Стоит отметить, что стоимость изыскательских, проектных и строительных (земляных) работ не малая, поэтому многие собственники или арендаторы стараются этап рекультивации не выполнять. В связи с этим мы предлагаем:

1. денежные фонды на рекультивацию нарушенных земель формировать в органах местного самоуправления в соответствии с проектами отработки месторождений и (или) с проектами размещения отходов, которые впоследствии должны не «пропадать», а использоваться по целевому назначению на рекультивацию нарушенных земель под контролем органов местного самоуправления;

2. определить список отходов (с учетом региональных особенностей), нетоксичных, 5 класса опасности для рекультивации нарушенных земель с обоснованием возможности их использования в черте населенных пунктов;

3. предварительно подготавливать заболоченные участки к последующему освоению, подготовку территорий по осушению заторфованных массивов и засыпке торфа надо

выполнять задолго до продажи земель застройщикам, а средства, затраченные на эти цели получать с приобретателя данных участков;

4. пролонгировать мониторинг нарушенных земель для контроля реализации мероприятий по санации территорий и опережающего планирования мероприятий по восстановлению земель.

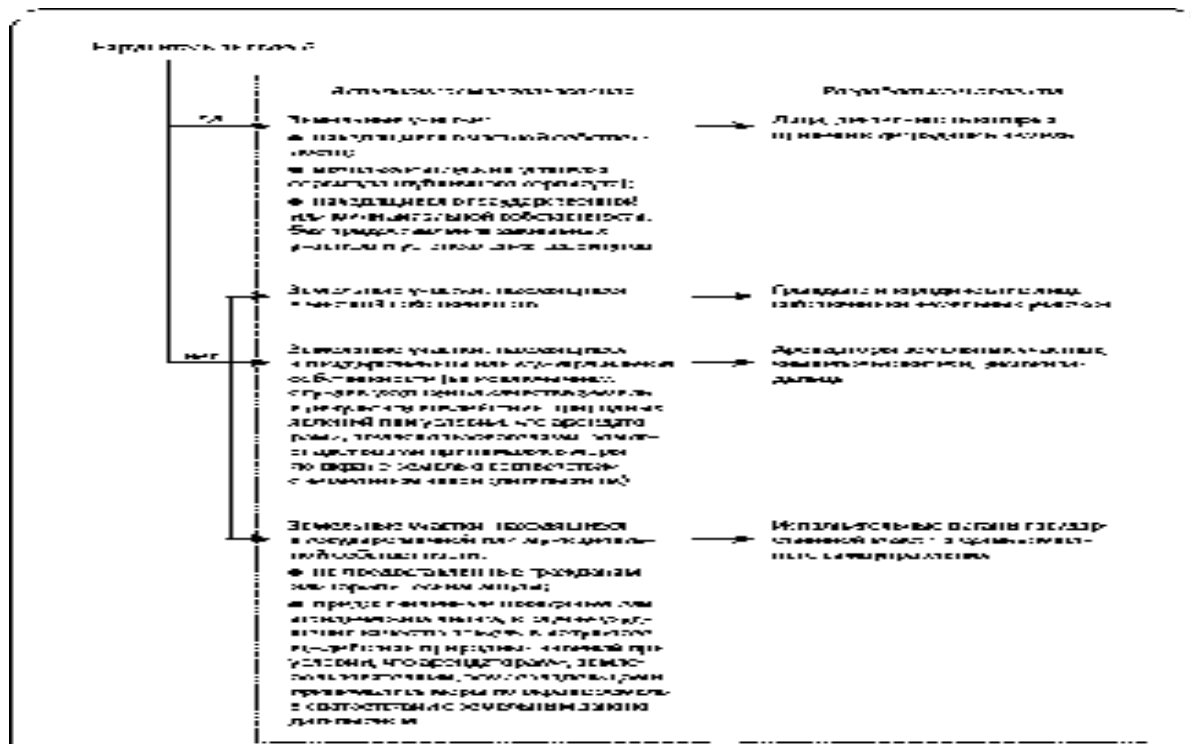


Рис.1 – Схема определения разработчика проекта рекультивации [2]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.5.1.02– 85 «Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации»
2. Орехов Д.И. Новый порядок рекультивации и консервации нарушенных земель/«Справочник эколога» №10 2018 / Охрана лесов, недр и земельных ресурсов https://www.profiz.ru/eco/10_2018
3. Приказ Минприроды РФ N 525, Роскомзема N 67 от 22.12.1995 "Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20– 010– 00558.

ДИСТАНЦИОННЫЕ ФИТОИНДИКАТОРЫ СОВРЕМЕННЫХ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ (ГЕОСИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ)

Гусев А.П., [andi_gusev@mail.ru](mailto:gusev@mail.ru)

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», Гомель, Республика Беларусь

Аннотация. Предложены индикаторы современных ландшафтно – экологических тенденций: индикатор изменений биопродуктивности dNDVI и индикатор дигрессивной динамики DD_F. Район исследований – юго – восток Беларуси (5 тестовых участков). Значения DD_F изменяются от – 15,1 до +17,0. Индикатор dNDVI>0 характерен для участка с бывшими сельскохозяйственными ландшафтами, выведенными из оборота. В этом случае положительный тренд (dNDVI>0) индицирует восстановление лесного покрова на месте сельскохозяйственных земель. На других участках отрицательный тренд (dNDVI<0) индицирует снижение площади лесной растительности (вырубки, ветровалы, застройка), урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: ландшафт, ландшафтно – экологическая тенденция, NDVI, растительный покров, Беларусь

REMOTE PHYTOINDICATORS OF MODERN LANDSCAPE– ECOLOGICAL TRENDS (LOCAL GEOSYSTEMS)

A.P.Gusev, [andi_gusev@mail.ru](mailto:gusev@mail.ru)

F. Skorina Gomel state university, Gomel, Belarus

Abstract: Indicators of actual landscape– ecological trends are proposed: indicator of changes in bioproductivity dNDVI and indicator of digressive dynamics DD_F. Study area – southeast of Belarus (5 test sites). DD_F values range from – 15.1 to +17.0. The dNDVI> 0 indicator is typical for a site with former abandoned agricultural landscapes. In this case, a positive trend (dNDVI> 0) indicates the restoration of forest cover in place of agricultural land. In other areas, a negative trend (dNDVI<0) indicates a decrease in the area of forest vegetation (felling, windfalls, building), crop yields.

Keywords: landscape, landscape– ecological trend, NDVI, plant cover, Belarus

Ландшафтно – экологическая тенденция – направленность пространственно – временных изменений экологического состояния ландшафтов (или потенциальная ландшафтно – экологическая ситуация). Предлагается различать долговременные и современные тенденции. Долговременная тенденция – это изменения ландшафтов во временном масштабе от нескольких десятилетий до первых столетий. Современная тенденция – от нескольких лет до первых десятилетий. Оценку ландшафтно – экологических тенденций можно осуществлять на основе двух видов показателей: статических и динамических. Статические показатели (индикаторы состояния) – характеристики ландшафтов на определенном временном срезе, которые влияют на устойчивость ландшафтов, на восстановительные и дигрессивные процессы. Динамические показатели (индикаторы тренда) характеризуют направление и скорость изменений [1, 2, 3].

Для оценки динамики ландшафтов важную роль играет космическая информация. Так, для геоэкологической оценки и мониторинга территорий с помощью методов дистанционного зондирования применяются вегетационные индексы. Наиболее часто NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который принято рассматривать как количественный показатель фотосинтетически активной биомассы [4, 5, 6, 7]. В многочисленных работах, выполненных в разных регионах мира, была установлена корреляция между NDVI и первичной продукцией [6, 7]. Сильная степень корреляции между биопродуктивностью и NDVI обуславливает

использование этого вегетационного индекса в качестве индикатора продуктивности ландшафтов [4, 7].

Нами предложены два индикатора современных ландшафтно – экологических трендов [4]. Индикатором изменений биопродуктивности ландшафтов $dNDVI = NDVI_2 - NDVI_1$, где $NDVI_1$ – среднее значение за 2004– 2008 гг.; $NDVI_2$ – среднее значение за 2014– 2018 гг. Достоверность различий между 2004– 2008 и 2014– 2018 гг. оценивалась по критерию Вилкоксона для зависимых выборок. 5– летний период был взят для устранения возможного влияния метеорологических аномалий (например, аномально сухое и жаркое лето или аномально холодное лето). Значения NDVI были получены из продукта MOD13Q1 (данные съемки радиоспектрометра MODIS спутника Terra). Для оценки ландшафтно – экологических тенденций использованы градации: нормальная – достоверное увеличение NDVI ($dNDVI > 0$, $p < 0,05$); удовлетворительная – различия между двумя интервалам не достоверны ($p > 0,05$); критическая – достоверное снижение NDVI ($dNDVI < 0$, $p < 0,05$). Показатель дигрессивной динамики лесного покрова – $DD_F = (S_{LF}/S_F) \cdot 100\%$, где S_{LF} – площадь вырубленных, застроенных, сгоревших и т.д. лесов за предыдущие 10 лет; S_F – площадь лесов в год оценки. Данные об изменениях лесного покрова в 2000– 2018 гг. были взяты с портала проекта Global Forest Change. Для оценки ландшафтно – экологических тенденций предложены следующие градации DD_F : нормальная – менее 2,5%; удовлетворительная – 2,5– 5%; критическая – более 5%.

Район исследований находится в юго – востоке Беларуси и входит в состав Полесской ландшафтной провинции. Ранее нами было установлено, что для значительной части площади региона (47,7%) в 2000 – 2018 гг. наблюдалось увеличение NDVI, которое могло быть вызвано ростом продуктивности ландшафтов. Только в пределах 4,4% площади территории имело место снижение NDVI и соответственно отрицательная динамика биопродуктивности ландшафтов [4]. Для уточнения причины временных изменений NDVI были проведены исследования на локальном уровне.

Для изучения динамики геосистем на локальном уровне были выбраны 5 тестовых участков: «Поколюбичи», «Уза», «Новобелица», «Зябровка», «Бартоломеевка». Площади участков составляют 50 – 70 км² и они представляют собой доминирующие урочища морено – зандрового, водно– ледникового, аллювиального террасированный ландшафтов, а также разные классы антропогенной трансформации. В их пределах присутствуют основные антропогенные факторы, типичные для всего региона (урбанизация, осушительная мелиорация, разработка месторождений торфа и строительных материалов, сельское хозяйство, выведение из эксплуатации земель после аварии на ЧАЭС и т.д.).

Оценка с помощью индикаторов трендов дала такие результаты. Индикатор тренда биопродуктивности показал, что значимые изменения средних величин NDVI на двух временных отрезках для участков – «Поколюбичи», «Уза» и «Бартоломеевка» (таблица 1).

Таблица 1 – Индикаторы ландшафтно– экологических трендов

Показатель	Тестовые участки				
	Поколюбичи	Зябровка	Новобелица	Уза	Бартоломеека
Индикатор тренда биопродуктивности					
$NDVI_{2004-2008}$	0,667	0,696	0,751	0,662	0,795
$NDVI_{2014-2018}$	0,634	0,675	0,735	0,638	0,823
$dNDVI$	<u>– 0,033</u>	– 0,021	– 0,016	<u>– 0,024</u>	<u>0,035</u>
Индикатор тренда деградации лесного покрова					
Удельная площадь лесов в 2006– 2007 гг., %	1,8	41,1	52,3	23,0	76,4
Удельная площадь лесов в 2016– 2018 гг., %	1,8	34,9	51,4	21,9	84,3
DD_F , %	0,0	– 15,1	– 1,7	– 4,8	+17,0

Так, на участке «Бартоломеевка» имеется достоверный по критерию Вилкоксона ($p < 0,001$) рост индикатора биопродуктивности ($dNDVI = 0,035$). На участках «Поколюбичи» и «Бартоломеевка» – отрицательный тренд биопродуктивности. На участках «Новобелица» и «Зябровка» достоверных различий не наблюдается. Подчеркнуты значения статистически достоверные по критерию Вилкоксона значения $dNDVI$.

Оценка изменений лесного покрова показала, что на участке «Поколюбичи» его удельная площадь за 10 лет не изменилась, на участках «Зябровка», «Новобелица», «Уза» – сократилась, на участке «Бартоломеевка» – увеличилась. Наибольшее сокращение лесного покрова наблюдается на участке «Зябровка» (на 15,1%) и «Уза» (на 4,8%).

Таким образом, по индикаторам тренда в пределах десятилетнего интервала для участка «Бартоломеевка» имеет место нормальная ландшафтно – экологическая тенденция. По индикатору деградации лесного покрова кризисная тенденция на участке «Зябровка» (причина интенсивной вырубki лесов – массовые повреждения сосновых насаждений вершинным короедом). По индикатору тренда биопродуктивности критическая тенденция характерна для участков «Поколюбичи» и «Уза».

Наиболее значительное снижение биопродуктивности произошло на участке «Поколюбичи», для которого характерна высокая степень антропогенной преобразованности – более 50% территории занимают пахотные земли. За изученный промежуток времени здесь имели место такие процессы, как строительство нового микрорайона (высотная жилая застройка) на месте сельскохозяйственных земель, развитие эрозионных процессов на пахотных землях, разработка месторождения строительных песков. На территории участка «Уза» в течение данного периода времени наблюдалось увеличение зоны повреждения растительного покрова вблизи отвалов токсичных химических отходов, деградация древесной растительности в зоне подтопления вблизи полигона твердых коммунальных отходов, санитарные рубки сосновых древостоев, поврежденных короедом.

Текущий характер как восстановительных, так и дигрессивных процессов отражается в спектрально – отражательных свойствах локальных геосистем, в значениях вегетационных индексов. Поскольку в пределах тестовых участках растительный покров в значительной степени неоднороден, что среднее значение $NDVI$ для участка отражает целый комплекс разнонаправленных процессов и, как указывалось выше, позволяет оценить основной тренд динамики. Данные изменения $NDVI$, по нашему мнению, связаны как с изменениями соотношения площадей геосистем с разным запасом биомассы и продуктивностью, так и с климатическими изменениями, которые также влияют на продуктивность. Причинами отрицательных значений $dNDVI$ могут быть: выборочные рубки, ветровалы, повреждение древостоя вредителями (в лесных геосистемах), сплошная рубка и распашка, уничтожение лесной растительности, застройка территории, деградация почв, снижение урожайности сельскохозяйственных культур, уплотнение застройки, снижение площади зеленых зон (в антропогенных геосистемах). Положительный тренд ($dNDVI > 0$) обусловлен зарастанием вырубok, увеличение возраста древостоя и соответственно фитомассы (в лесных геосистемах), лесовосстановлением на бывших пашнях, рост урожайности, увеличение площади зеленых зон (в антропогенных геосистемах).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.П. Диагностика ландшафтно– экологических ситуаций на основе фитоиндикации // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология – 2016. – №4. – С. 77– 83.
2. Гусев А.П. Индикаторы ландшафтно– экологических тенденций (на примере Восточной части Белорусского Полесья) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2018. – №2. – С.28– 33.

3. Гусев А.П. Дистанционные индикаторы ландшафтно– экологических тенденций (на примере юго– востока Беларуси) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2019. – Том 5. (71). №3. – 127– 135.
4. Гусев А.П. Изменения NDVI как индикатор динамики экологического состояния ландшафтов (на примере восточной части Полесской провинции) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология 2020. №1. С. 101– 107.
5. Box E.O., Holben B.N., Kalb V. Accuracy of the AVHRR Vegetation Index as a predictor of biomass, primary productivity and net CO₂ flux // Vegetatio. – 1989. – Vol. 80. – P. 71– 89.
6. Brink A.B., Eva H.D. Monitoring 25 years of land cover change dynamics in Africa: A sample based remote sensing approach // Applied Geography. – 2009. – Vol. 29. – P. 501–512.
7. The use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: a review of the current status, future trends, and practical considerations / G.T. Yengoh, D. Dent, L. Olsson, A.E. Tengberg, C.J. Tucker. – Lund University Centre for Sustainability Studies LUCSUS, 2014.–80 p.

УДК 911.375.62

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ ГЕОИНФОРМАТИКИ

Дорошенко В.В., dor.valerya@yandex.ru

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Волгоград, Российская Федерация

Аннотация:Рассматривается методика деления территории промышленного предприятия на функциональные зоны на основе дистанционных геоинформационных методов. Проводится анализ структуры территориальной планировки ВМК «Красный октябрь».

Ключевые слова:территориальное планирование, функциональные зоны, дистанционное зондирование Земли, геоинформационные методы.

FUNCTIONAL ZONING OF THE TERRITORY OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE USING REMOTE GEOINFORMATICS METHODS

V.V. Doroshenko, dor.valerya@yandex.ru

Volgograd state university, Volgograd, Russian Federation

Abstract:The method of dividing the territory of an industrial enterprise into functional zones based on remote geoinformation methods is considered. The analysis of the structure of the territorial planning of the red October VMK is carried out.

Keywords: territorial planning, functional zones, remote sensing of the Earth, geoinformation methods.

Территориальное планирование участка, занимаемого проектируемым, модернизируемым или реконструируемым промышленным предприятием, позволяет обеспечить не только стабильность производства, но и безопасность производственных процессов, а также защиту окружающей среды и населения на территориях, прилегающих к промышленному предприятию или кластеру промышленных предприятий. Оперативная оценка структуры размещения строений различного назначения на территории предприятия камеральными методами может стать основой для разработки планов по изменению и улучшению структуры функционального зонирования. Своды нормативов и правил и научно – техническая документация строго регулируют особенности размещения промышленных,

инженерных и социально – административных зданий и сооружений различного типа и назначения на территории промышленного предприятия и относительно друг друга путем дифференциации территории на функциональные зоны. Внутренняя планировочная структура предприятия также зависит от территориальной структуры населенного пункта или иного муниципального образования, на территории которого оно располагается, и физико – географических условий занимаемого участка. Расположение строений и сооружений различных типов и назначения соотносится со сторонами света и розой ветров для обеспечения благоприятных условий для аэрации территории, но при этом не ухудшать противопожарные условия и не позволять физическим и химическим загрязнителям распространяться напрямую в сторону высокой концентрации населения. Территория, отведенная под промышленное предприятие, должна быть освоена и застроена максимально компактно, но с учетом минимально допустимых расстояний, установленных нормами инженерной и противопожарной безопасности. Допускается резервирование участков для последующей застройки, если имеются экономические и технические предпосылки для расширения или модернизации производственных процессов.

Основным критерием для дифференциации территории промышленного предприятия или кластера на функциональные зоны является производственный признак или производственное назначение:

1. Предзаводская зона – социально – административные и хозяйственные здания и постройки, места для отдыха и парковочные места для личного транспорта и остановки общественного транспорта. Обычно предзаводская зона располагается таким образом, чтобы находиться в области максимальной доступности при движении от основных транспортных путей и жилых районов. Должна занимать не менее 4% общей территории предприятия;

2. Подсобная зона – объекты энергетики и теплоснабжения и инженерные объекты, обеспечивающие коммуникацию и перемещение персонала и сырья или продукции между производственными помещениями. Для инженерных сооружений, таких, как газопроводы, трубопроводы и т.п., рекомендуется добиваться минимальной протяженности;

3. Складская зона – закладывается в прямой зависимости от качества и развитости логистической сети, как правило, складские помещения и территории располагают так, чтобы обеспечить максимально короткий и удобный путь подъезда для транспорта;

4. Производственная зона – здания и сооружения, необходимые для обеспечения производственного процесса.

Здания и сооружения различного назначения располагаются внутри соответствующих зон группами. При планировании кластера промышленных предприятий или промышленного узла допускается объединение предзаводской, подсобной и складской зон для обслуживания нескольких предприятий.

Для выделения функциональных зон производственной территории Волгоградского металлургического комбината «Красный октябрь» дистанционными методами были использованы:

1. Космический снимок сверхвысокого разрешения (базовая карта «Yandex» по лицензии свободно распространяемого геоинформационного программного обеспечения «QGIS» версии 3.4);

2. Публичная кадастровая карта Росреестра;

3. Топографическая карта Государственного Геоинформационного центра (масштаб 1:250).

В первую очередь, были определены границы территории промышленного предприятия с использованием топографической карты и Публичной кадастровой карты. Волгоградский металлургический комбинат занимает территорию 2,7 км² на территории Краснооктябрьского района города Волгоград.

Для проведения работ был создан полигональный shape – файл, содержащий данные о типе объекта (поле «Type» таблицы атрибутов) и площадь (поле «Area» таблицы атрибутов). Объекты дешифрирования на космическом снимке были разбиты на классы:

1. Административное строение – основными дешифровочными признаками являются небольшой размер при значительной этажности, материал и форма крыши, расположение окон, возможно наличие кондиционеров;

2. Водные объекты – основными дешифровочными признаками являются характерный цвет и отраженный солнечный свет в виде бликов;

3. Железнодорожный транспорт – основными дешифровочными признаками являются отличающийся от грунта или твердого покрытия цвет за счет отсыпки или частого использования, небольшая ширина колеи при значительной длине и значительно большие радиусы поворотов, чем у автомобильных транспортных путей;

4. Зеленые насаждения – основными дешифровочными признаками являются цвет (на снимках сверхвысокого разрешения возможно также отличить хвойные породы от лиственных по интенсивности зеленого цвета кроны) и зернистая текстура. По длине тени, отбрасываемой насаждением, можно определить его высоту и отделить кустарниковые насаждения естественного происхождения от древесных насаждений;

5. Инженерное сооружение – к этому классу отнесены различные трубы, накопители, трубопроводы различного назначения. Основными дешифровочными признаками трубопроводов являются ажурная структура опор, сочетающаяся с заметной сплошной линией самого трубопровода. По отбрасываемой тени можно определить, является трубопровод наземным или надземным. Трубы и накопители дешифрируются по округлой форме, отбрасываемой тени и цвету, характерному для искусственных сооружений из бетона или металла;

6. Парковая зона – основными дешифровочными признаками являются зеленый цвет насаждений, совмещаемый со светлыми пешеходными мощеными дорожками или тропинками, упорядоченность насаждений (линейная или фигурная высадка);

7. Производственное строение – основными дешифровочными признаками являются большая площадь при малой этажности, плоская крыша, малое количество или отсутствие окон, подвод трубопроводов или железнодорожных путей;

8. Склад – основными дешифровочными признаками складских территорий под открытым небом являются линейно упорядоченные небольшие объекты, сконцентрированные на огороженной территории. Складские крытые строения и помещения дешифрировать не представляется возможным без дополнительной информации о назначении каждого строения;

9. Транспорт – основными дешифровочными признаками являются темный цвет асфальта для автомобильных дорог и светло – серый цвет обширных участков с гладкой текстурой для автомобильных стоянок. На снимках сверхвысокого разрешения также можно использовать в качестве дешифровочного признака белые линии разметки на дорогах и автомобильных парковках. Упорядоченно припаркованные автомобили также могут служить дешифровочным признаком автомобильной стоянки;

10. Церковь – основными дешифровочными признаками являются округлая форма крыши и золотистый цвет с блеском, указывающие на золотой купол, а также крестообразная форма строения;

11. Электроподстанция – основными дешифровочными признаками являются линейно упорядоченное расположение небольших объектов характерной формы светлого цвета с металлической текстурой и блеском, на снимках сверхвысокого разрешения можно различить присутствие крупных линий электропередачи.

По результатам дешифрирования составлена цветная схема классификации объектов на территории Волгоградского металлургического комбината (см. рис. 1).



Рис. 1 – Схема классификации объектов на территории ВМК

На основе классификации объектов ВМК его территорию можно разделить на функциональные зоны (см. табл. 1). Для выделения функциональных зон создан share- файл, содержащий данные о функциональной зоне (поле «Type» таблицы атрибутов) и занимаемой ей площади. При этом следует учитывать, что здания и сооружения располагаются внутри функциональных зон группами, поэтому необходимо генерализовать объекты, чтобы охватить всю территорию промышленного предприятия.

Таблица 1 - Структура функциональных зон ВМК

Функциональная зона	Классы объектов	Площадь класса ()	Площадь функциональной зоны ()	Доля площади от общей площади ВМК (%)
Предзаводская зона	Административное строение	79768	235 386	8,6
	Парковая зона	34065		
	Транспорт	90036		
	Церковь	760		
Подсобная зона	Железнодорожный транспорт	170776	637 392	23,3
	Инженерное сооружение	83178		
	Электростанция	25448		
Складская зона	Склад	43431	46 714	1,7
Производственная зона	Производственное строение	645923	793 672	29,1
Условно неиспользуемые территории	Водные объекты	14102	1 016 438	37,3
	Зеленые насаждения	302967		

Результаты зонирования представлены на цветной схеме функциональных зон Волгоградского металлургического комбината (см. рис. 2).



Рис. 2 – Схема функциональных зон ВМК

Наибольшую долю во внутренней планировочной структуре ВМК составляют условно неиспользуемые территории, то есть, свободные от застройки или покрытые насаждениями естественного происхождения участки. Эта территория может быть использована для расширения или модернизации размещения сооружений и объектов всех функциональных зон на предприятии в будущем.

Производственная и подсобные зоны сосредоточены в центральной части земельного участка, что соответствует рекомендации о максимально компактном строительстве производственных объектов и сооружений и должно обеспечивать удобство и скорость производственных процессов.

Инженерные строения и сооружения, обеспечивающие коммуникацию и перемещение ресурсов, сырья, продукции и персонала между производственными сооружениями, расположены равномерно и охватывают всю производственную зону.

Предзаводская зона, в основном, располагается в северной части земельного участка, где сконцентрированы основные административные, транспортные и культурные объекты – автомобильные парковки, скверы, музей и т.д.к предзаводской зоне примыкает одна из основных городских магистралей, что увеличивает доступность для персонала при использовании личного и общественного транспорта. Доля предзаводской зоны от территории предприятия более чем в 2 раза превышает установленную нормативом и является разнообразной по составу объектов, но в северной части территории ВМК есть условно

неиспользуемые территории, достаточно удаленные от основных производственных сооружений, чтобы разместить там парковую зону для улучшения экологической и эстетической составляющей территории.

Схемы функциональных зон, основанные на результатах дешифрирования космических снимков с использованием дополнительных материалов, создаются достаточно быстро и позволяют объективно оценить дифференциацию территории, определить наиболее загруженные места и разработать проекты по оптимизации, модернизации или расширению производственной территории, улучшению соотношения земель, занятых производственными строениями и объектами предзаводской зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьева, М. Н., Баландина Е. В. Экономика и организация производства: учебное пособие. Ульяновск :УлГТУ, 2013. 98 с.
2. Груздев, В. М. Территориальное планирование. Теоретические аспекты и методология пространственной организации территории: учебное пособие для вузов. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2014. 146 с.
3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: федер. Закон Рос. Федерации № 384–ФЗ: принят Гос. Думой 23 дек. 2009 г. // М. : Проспект, 2011. 32 с.
4. . Генеральные планы промышленных предприятий: свод правил СП 18.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП II– 89– 80 : утвержден Мин. регионального развития Рос. Федерации 27 дек. 2010. // М.: ФГУП ЦПП, 2011. 27 с.

УДК: 504.75.05

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ, РАЗВИТИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПРИРОДНОГО КАРКАСА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА)

Жигулина Е.В., Епринцев С.А., Шекоян С.В.

evkand@yandex.ru, esa81@mail.ru, shekoyan.syuzanna@mail.ru

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

Аннотация: В связи с увеличением городского населения и расширения границ городов возникает потребность в анализе воздействия антропогенных факторов на природные условия и выявлении допустимых нагрузок на природные компоненты. В статье представлен анализ антропогенного воздействия на формирование, развитие и функционирование природного каркаса урбанизированных территорий на примере города Воронеж, который позволил выявить сильноантропогенизированные и слабоантропогенизированные территории и определить пространственное зонирование города Воронеж и прилегающих территорий.

Ключевые слова: природные условия, природный каркас, экологический каркас, антропогенное воздействие, урбанизация, зонирование, город Воронеж.

ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE FORMATION, DEVELOPMENT AND FUNCTIONING OF THE NATURAL FRAMEWORK OF URBANIZED TERRITORIES (ON THE EXAMPLE OF VORONEZH).

E.V. Zhigulina, S.A. Eprintsev, S.V. Shekoyan

evkand@yandex.ru, esa81@mail.ru, shekoyan.syuzanna@mail.ru

Voronezh State University, Voronezh, Russia

Abstract: In connection with the increase in the urban population and the expansion of the boundaries of cities, there is a need to analyze the impact of anthropogenic factors on natural conditions and to identify permissible loads on natural components. The article presents an analysis of the anthropogenic impact on the formation, development and functioning of the natural framework of urbanized territories using the example of the city of Voronezh, which made it possible to identify highly anthropogenic and weakly anthropogenic territories and determine the spatial zoning of the city of Voronezh and adjacent territories.

Keywords: natural conditions, natural frame, ecological frame, anthropogenic impact, urbanization, zoning, the city of Voronezh.

Под природным (экологическим) каркасом территории, согласно эколого – проектировочной документации понимается совокупность наиболее активных и взаимосвязанных в экологическом отношении пространственных элементов (реки и речные долины, лесные массивы и т.д.), от которых зависит жизнеустойчивость природной среды для данной территории [1,2,3].

К базовым элементам природного каркаса относятся [1,2,3]:

- ценные природно – территориальные комплексы, занимающие значительную часть территории района (как правило, это федеральные заповедники и заказники, национальные и природные парки, крупные по площади памятники природы);
- природно – территориальные комплексы основных водораздельных поверхностей формирования стоков рек;
- крупные лесные массивы (как правило, это защитные леса);
- крупные болотные и лесные природно – территориальные комплексы (ПТК), не имеющие статуса охраны.

Ключевые элементы природного комплекса – это территории, сохранившие уникальные экологические сообщества, являющиеся «точками экологической активности» [1, 2, 3].

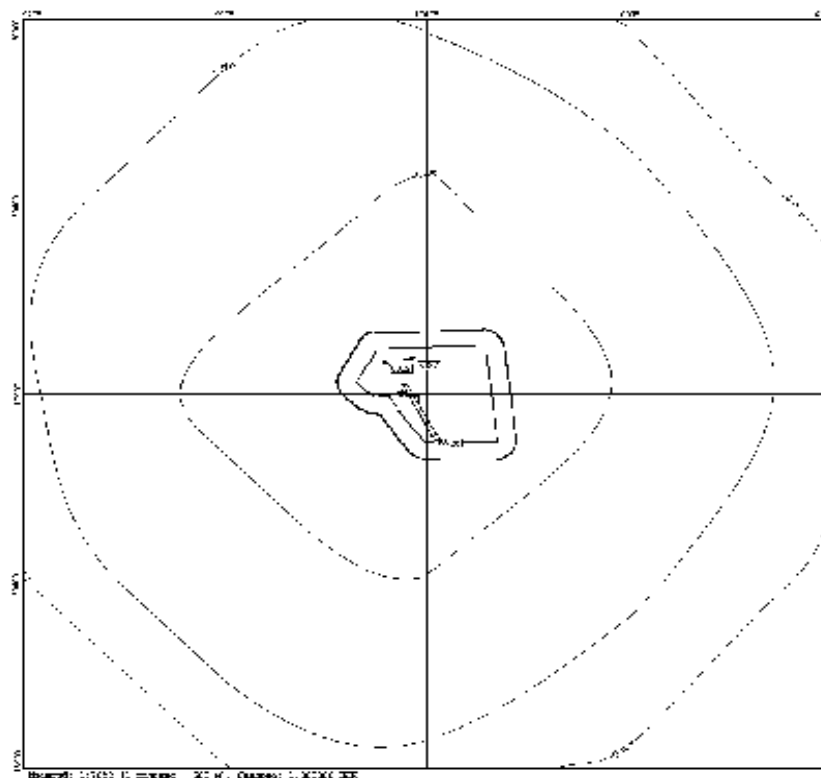
Таким образом, природный каркас территории, повышая качество аэрации урбанизированных территорий, а также повышая степень разнообразия ландшафтов, является одним из факторов, определяющих экологическую безопасность территории [1,2,3,4,5,6,11].

В настоящее время возрастает антропогенное воздействие на природный каркас урбанизированных территорий. Город Воронеж – столица Центрально – черноземного экономического района, крупный промышленный центр. Так, нам представилась возможность проанализировать антропогенное воздействие на природу урбанизированных территорий на примере воздействия предприятия ЗАО «Воронежагроснаб – 1». Данное предприятие расположено в Советском административном районе города Воронежа, кроме того в данном районе находятся ОАО «Завод железобетонных изделий № 2», ЗАО «Асфальтобетонный завод», филиал «Балтика – Воронеж» ОАО «Пивоваренная компания "Балтика"». Всего на предприятии имеется 7 источников выбросов вредных веществ в атмосферу, из них – 3 организованных источника и 4 неорганизованных источника. Твердые загрязнители составляют 0,022 т/г (1,12%) и 1,97 т/г (98,88%) приходится на жидкие и газообразные [9,10].

Обзор качественного состава загрязняющих веществ в выбросах ЗАО «Воронежагроснаб – 1» показал, что в атмосферный воздух поступает 10 химических веществ, в том числе 1-го класса опасности (чрезвычайно опасные) – 1 вещество (бенз(а)пирен), 2-го класса опасности (высокоопасные) – 1 вещество (марганец и его соединения), 3-го класса опасности (умеренно опасные) – 5 веществ, 4-го класса опасности (малоопасные) – 1 вещество, для 2-х веществ класс опасности не установлен и разработан ОБУВ.

Расчет рассеивания выбросов вредных веществ в приземном слое атмосферы выполнен по унифицированной программе «Призма», разработанной фирмой «Интеграл» – Санкт-Петербург.

Расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе показали отсутствие превышения критерия качества атмосферного воздуха на границе ориентировочной санитарно – защитной зоны и в жилой застройке по всем загрязняющим веществам. Картина загрязнения атмосферы группой суммации представлена на рисунке 1.



Условные обозначения:



граница промплощадки



жилая зона



точечный ИЗА



неорганизованный ИЗА



изолинии концентрации ЗВ (в долях ПДК)

Рис.1. Поле рассеивания группы суммации (6204): Азота диоксид+ Ангидрид сернистый в приземном слое (составлено авторами).

В результате наших исследований было установлено, что от предприятия ЗАО «Воронежагроснаб – 1» в атмосферу поступают загрязняющие вещества, наибольший выброс из которых составляют: углерод оксид, азот (IV) оксид, азот (II) оксид, железа оксид, но расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе показал отсутствие превышения критерия качества атмосферного воздуха, тем самым предприятие не оказывает негативного влияния на загрязнение атмосферного воздуха жилой зоны по всем рассматриваемым веществам. Предприятие относится к V категории опасности (малоопасное). Учитывая, что предприятие находится в районе с загрязненным атмосферным воздухом, необходимы мероприятия для снижения его влияния, поэтому в качестве комплекса мероприятий для снижения воздействия предприятия на загрязнение атмосферы необходимо: оснастить все основные источники организованных выбросов газоочистным оборудованием, внедрить более новые и эффективные методы очистки, продолжить озеленение СЗЗ, перевести транспорт на газовое топливо, улучшить качество дорожного покрытия предприятия, осуществлять строгий контроль за техническим состоянием автотранспорта [9,10].

Кроме того, используя классификацию пространственных объектов по методу NDVI космического снимка LE71760242001222KIS00 спутника Landsat – 7, нами были изучены пространственные соотношения территорий, занятых гидрологическими объектами, зелёными насаждениями, составляющими природный каркас территории. В качестве объекта исследований выступала территория города Воронежа и 10 – километровая буферная зона, примыкающая к территории города Воронежа [4,5,6].

С учетом полученных результатов при дешифрировании космоснимков и данных обработки статистической информации, обобщенной в среде ГИС «Экология города Воронежа» нами проведено пространственное зонирование территории города Воронежа и пригородной зоны (общей площадью 1246 км²), в результате которого выделено две зоны: сильноантропогенизированные территории и слабоантропогенизированные территории [1,2,3,4,5,12].

Так, к слабоантропогенизированным территориям относятся сельскохозяйственные поля, прилегающих к городу Рамонского, Новоусманского и Семилукского административных районов.

Доля природного каркаса составляет 8 – 10% от общей площади исследуемой территории и расположен с северной стороны от города, что существенно снижает его положительное воздействие на микроклимат городской территории, поскольку по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, перемещение воздушных масс над территорией города Воронежа происходит преимущественно в северо – восточном направлении [2,3].

Сильноантропогенизированные территории, которые за исключением селитебной эколого – функциональной зоны, могут быть рассмотрены, как объекты экологического риска расположены преимущественно внутри территории городского округа г. Воронежа, а также в районе иных более мелких урбанизированных территорий.

Анализ данных дистанционного зондирования Земли показал, что за пятнадцатилетний период на территории городского округа города Воронежа и в пригородных десятикилометровых зонах на 8 процентов произошло сокращение водных объектов. В результате активных строительных работ на территории города, а также в пригородных зонах (преимущественно Бобяково, Сомово) наблюдается рост территорий с сильной антропогенной нагрузкой (также около 8 %). Реализация природоохранных программ позволила констатировать рост зон природного каркаса на 5 %.

Сокращение территорий со средней антропогенной нагрузкой на 10 % представляется возможным объяснить преобразованием данных территорий в сильноантропогенизированные зоны, а также частично в территории природного каркаса. [2,3].

Комплексный анализ территории природного каркаса городского округа города Воронежа и пригородной десятикилометровой зоны даёт возможность разработки модели оптимизации природных условий и повышения ее устойчивости к интенсивному антропогенному прессингу, что в свою очередь позволит повысить оптимизацию условий, определяющих устойчивое развитие региона.

Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект 19– 05– 00660 А «Разработка модели оптимизации социально– экологических условий для населения крупных городов»)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипова О.Е. Оценка динамики природного каркаса урбанизированных территорий Воронежской области по материалам дистанционного зондирования Земли / О.Е. Архипова, С.А. Епринцев // Информация и космос. 2017. № 3. С. 119– 125.
2. Епринцев С.А. Оценка природного каркаса урбанизированных территорий как одного из факторов устойчивого развития / С.А. Епринцев, Е.В. Жигулина, С.В. Шекоян // Зеленая инфраструктура городской среды: современное состояние и перспективы развития. Сборник статей III международной научно– практической конференции. Воронеж – 2019. – С. 136– 139.
3. Епринцев С.А. Природный каркас урбанизированной территории как элемент экологической безопасности / С.А. Епринцев, С.В. Шекоян, Е.В. Жигулина // Журналистика и география. Воронеж – 2020. – С. 180– 184.
4. Епринцев С.А. Мониторинг состояния биотехносферы урбанизированных территорий (на примере города Воронежа) как фактора экологической безопасности населения / С.А. Епринцев, М.А. Клевцова, В.Н. Калаев, С.В. Шекоян // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2017. № 1. С. 126– 132.
5. Епринцев С.А. Геоинформационное картографирование урбанизированных территорий как механизм пространственной оценки социально– экологических факторов / С.А. Епринцев, С.В. Шекоян // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2019. Т. 5. № 3. С. 109– 115.
6. Епринцев С.А. Формирование очагов экологически обусловленной заболеваемости как критерий «отклика» на качество окружающей среды / С.А. Епринцев, О.В. Клепиков, С.В. Шекоян, Е.В. Жигулина // Наука Юга России. 2019. Т. 15. № 3. С. 70– 80.
7. Епринцев С.А. Оценка экологической комфортности населения урбанизированных территорий / С.А. Епринцев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19. № 5. С. 1410– 1412.
8. Епринцев С.А. Изучение параметров качества окружающей среды урбанизированных территорий в условиях повышенной антропогенной нагрузки / С.А. Епринцев, С.В. Шекоян // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. № 2. С. 520– 525.
9. Жигулина Е.В. Организация и методика проведения экологической экскурсии на предприятие (на примере закрытого акционерного общества "Воронежагроснаб – 1" города Воронежа) / Е. В. Жигулина, К. С. Степанова // Научные разработки: решения и практика. – Москва, 2017. – С. 82– 87.
10. Степанова К.С. Экологическая оценка химического загрязнения воздушного бассейна города Воронеж (на примере ЗАО «Воронежагроснаб – 1») / К.С. Степанова, Е.В. Жигулина // Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения. – Кемерово. 2018. – С. 111.1– 111.6
11. Сафонова И.В. Оценка антропогенного загрязнения почвенного покрова урбанизированных территорий городского округа г. Воронеж / И.В. Сафонова, С.А. Епринцев, Н.В. Каверина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2014. № 3. С. 99– 104.
12. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. Электронный ресурс: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html>

**ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА.***В.С. Жуков vital.zhukov2018@yandex.ru**Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*

Аннотация. Разработка месторождений приводит к техногенной трансформации продуктивных пластов под воздействием значительных изменений напряженно-деформированного состояния в процессе добычи нефти и газа. Техногенная трансформация коллекторов и покрышек определяет эксплуатационные характеристики месторождений. Планирование оптимальных способов воздействия на пласт, особенно таких как гидроразрыв и вытеснение нефти водой должно учитывать состояние горных пород. Добыча нефти и газа может вызывать как уплотнение, так и растрескивание коллекторов и покрышек и, как следствие, такие явления, как обширные просадки земной поверхности, техногенные землетрясения на нефтегазовых месторождениях, подвижки по разломам, прогнозирование которых является актуальной задачей.

Ключевые слова: разработка месторождений, коллектор, пористость, сжимаемость, физические свойства, эффективное давление, пластовые условия.

Technogenic transformation of productive formations of oil and gas fields*V.S. Zhukov vital.zhukov2018@yandex.ru**Institute of Earth Physics named O.Yu. Schmidt RAS, Moscow, Russia*

Abstract. Oil and gas field development leads to technogenic transformation of productive formations under the influence of significant changes of stress-strain state in the process of oil and gas production. Technogenic transformation of reservoirs and impermeable rocks determines operational characteristics of fields. The planning of optimal methods of influencing the formation, especially hydraulic fracturing and oil displacement with water, should take into account the properties of rocks. Oil and gas production can cause compaction and fracturing of reservoirs and impermeable rocks and, as a result, extensive subsidence of the earth's surface, man-made earthquakes at oil and gas fields, activation of faults, the forecasting of which is an urgent task.

Keywords: *field development, reservoir, porosity, compressibility, physical properties, effective pressure, formation conditions.*

Разработка месторождений приводит к техногенной трансформации продуктивных пластов вследствие того, что существенно меняется как напряженно-деформированное состояние коллекторов, так и гидродинамический режим продуктивного пласта. Это, в свою очередь изменяет физико-механические свойства пластов-коллекторов. Техногенные воздействия на геологическую среду приводят к изменениям состояния горных пород. Изменения состояния могут сопровождаться как уплотнением, так и разуплотнением коллекторов и покрышек. С изменениями состояния продуктивных пластов процессе разработки связаны такие явления, как обширные просадки земной поверхности и техногенные землетрясения на нефтегазовых месторождениях, подвижки по разломам (рис.1) [7, 11].

Обычно исследуют только процессы, происходящие в продуктивной части пласта при снижении пластового давления [1; 2, 3, 5, 6, 12, 14, 15, 16 и др.], поэтому основные факторы, влияющие на изменения физических свойств горных пород при разработке месторождений углеводородов (УВ) [4, 11], недостаточно полно рассмотрены и проанализированы.

Основные причины техногенной трансформации коллекторов нефти и газа. Физические свойства коллекторов при добыче газа зачастую изменяются вследствие снижения пластового давления не только в продуктивных пластах, но и в нижележащих водонапорных пластах. При этом давление вышележащих пород остается без изменений, но



Рис.1. Схема формирования аномальных сейсмических и деформационных последствий разработки месторождений углеводородов (по [Кузьмин, Жуков, 2004]).

эффективное давление увеличивается, и ту часть нагрузки, которую принимал поровый флюид, будет передаваться на твердую матрицу породы. Реакцией на это будет уменьшение пористости и проницаемости коллекторов, увеличивается нагрузка на обсадные колонны, которые могут быть деформированы. Характерны также изменение температуры при интенсификации добычи (закачке вытесняющих жидкостей и др.) и обводнение пласта-коллектора, существенно меняющее его физические свойства и провоцирующее вытеснение нефти. Изменения температуры коллектора в прискважинной зоне, приводящие к повышению пластичности горных пород и снижению вязкости флюидов, могут быть вызваны либо дроссельным эффектом при резком снижении пластового давления, либо термическим воздействием на пласт для увеличения его углеводородоотдачи (рис.2).



Рис.2. Основные факторы, влияющие на изменения физических свойств горных пород при разработке месторождений УВ.

Каждый из факторов изменения физических свойств горных пород необходимо учитывать при подготовке проектов разработки месторождений УВ.

Оценка изменений ФЕС и физических свойств коллекторов при моделировании процесса разработки Тас-Юряхского месторождения УВ

Процесс разработки на примере Тас-Юряхского месторождения моделировался путем увеличения Рэф с начального значения 37,5 МПа до значения 47,6 МПа, наблюдающегося после снижения Рпл на 10,0 МПа. Для каждого физического свойства по данным исследований керна построены зависимости от Рэф, затем из массива полученных значений выделялись максимальные и минимальные и рассчитывались средние величины (рис.3, 4).

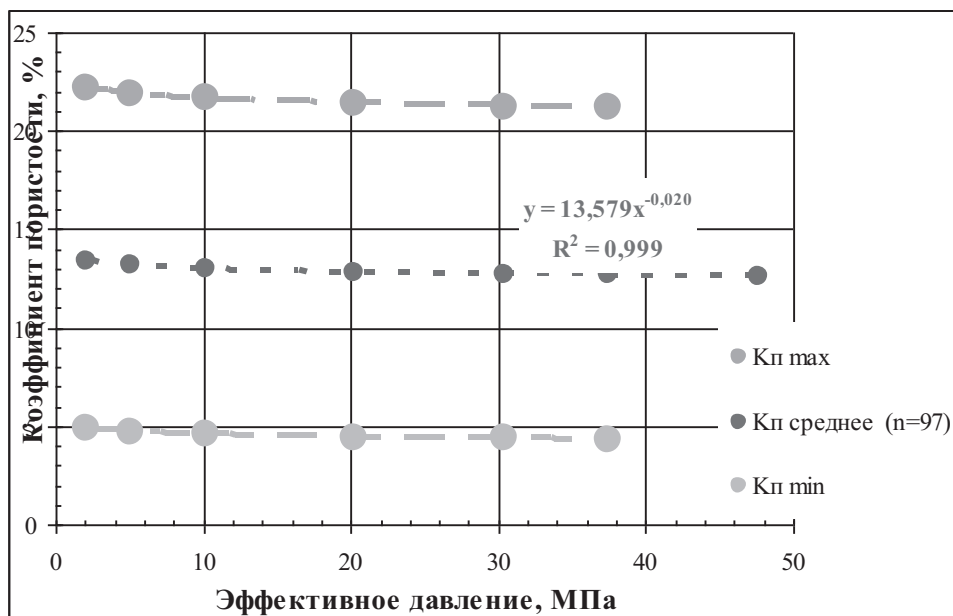


Рис. 3. Изменения коэффициента пористости с ростом эффективного давления.

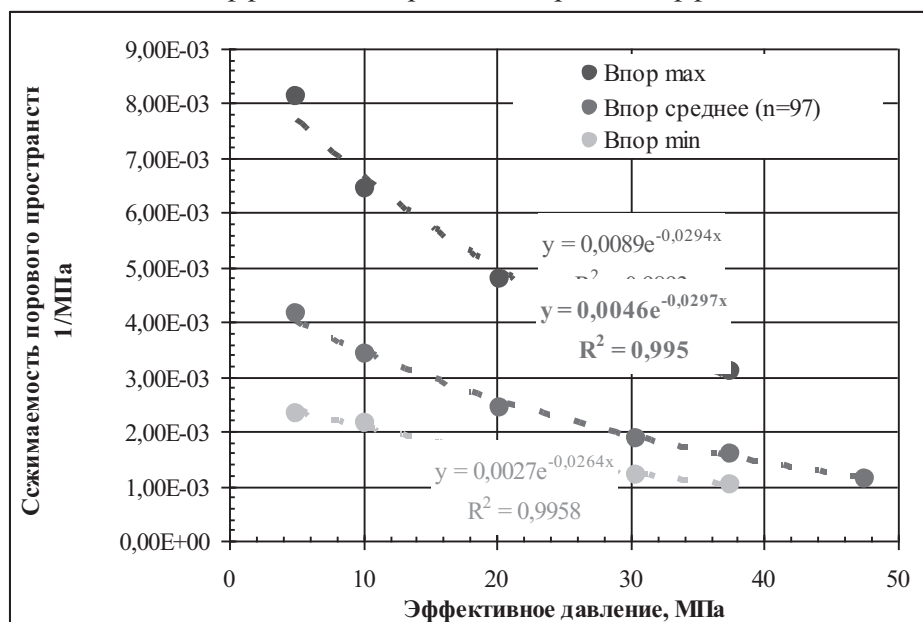


Рис. 4. Изменение сжимаемости порового пространства с ростом эффективного давления.

В дальнейшем, значения всех исследованных параметров (пористости, плотности, скорости продольной волны, упругих параметров) при текущих значениях эффективного давления были нормированы на величины соответствующих параметров при эффективном давлении 2,0 МПа. Эта процедура позволила получить их относительные изменения с ростом эффективного давления (со снижением пластового давления) (рис.5) вне зависимости от величины измеренных параметров в начальных (атмосферных) условиях.

Принцип формирования приведенных графиков изменений петрофизических параметров одинаковый, однако зависимости отличаются друг от друга. Максимальный рост отмечается у электрических параметров, а максимальное снижение – для сжимаемости порового пространства. Минимальные изменения наблюдались для объемного веса (увеличение) и коэффициента пористости (уменьшение).

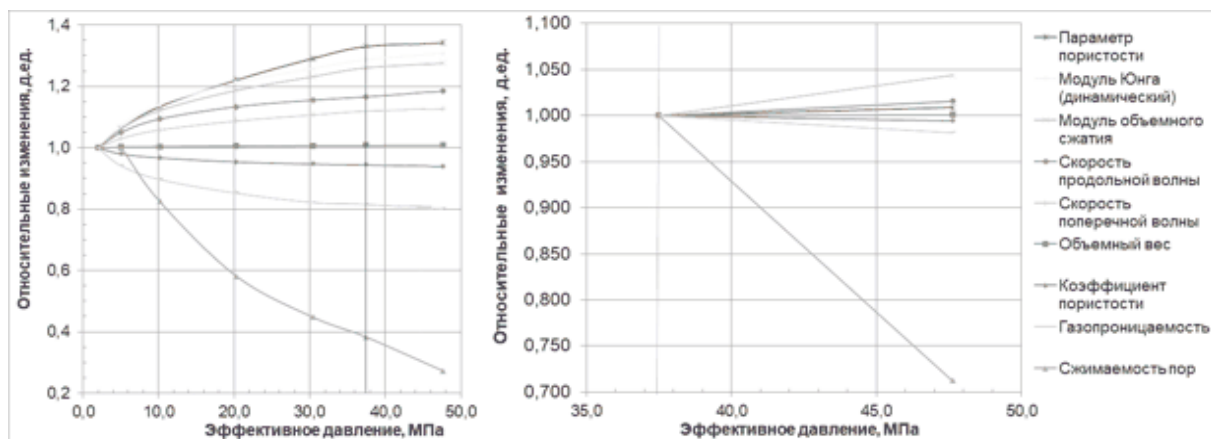


Рис. 5. Относительные изменения ряда петрофизических параметров ($UЭС$, R_p , V_p , E , μ) с ростом эффективного давления от 2,0 до 47,6 МПа.

На таблице 1 приведены отдельно как абсолютные, так и относительные изменения петрофизических параметров, полученные при моделировании процесса разработки месторождения с падением пластового давления на 10,0 МПа.

Таблица 1 - Относительные изменения петрофизических параметров коллектора при увеличении эффективного давления с 37,5 до 47,6 МПа.

Параметр	Характер зависимости	Единицы измерения	Абсолютное изменение	Относительн. изменение
Коэффициент пористости	Степенная, снижение	%	0,072	0,568%
Параметр пористости	Степенная, рост	б/р	0,478	0,860%
Сжимаемость пор	Экспоненциальная, снижение	1/МПа	4,55E-04	28,73%
Объемный вес	Степенная, рост	г/см ³	0,00175	0,076%
Скорость продольной волны	Степенная, рост	км/с	0,072	1,55%
Скорость поперечной волны	Степенная, рост	км/с	0,015	0,59%
Коэффициент Пуассона	Степенная, рост	б/р	0,0064	2,13%
Модуль Юнга	Степенная, рост	ГПа	0,617	1,64%
Модуль объёмного сжатия	Степенная, рост	ГПа	1,380	4,36%
Модуль сдвига	Степенная, рост	ГПа	0,169	1,16%
Коэффициент проницаемости	Степенная, снижение	мД	3,153	1,83%

Геодинамические последствия разработки месторождений

Техногенная трансформация коллекторов обуславливает аномальные деформации (просадки) земной поверхности и проявление сейсмической активности в районах разрабатываемых месторождений УВ и подземных хранилищ газов (ПХГ) [7, 8, 13]. Аномальные (более метра) деформаций (просадок) земной поверхности на длительно разрабатываемых нефтяных и газовых месторождениях в США, Венесуэле, на Северном море и в других регионах, связывают с добычей нефти и газа и снижением пластового давления. Взаимосвязь деформационных и сейсмических процессов можно представить как две стороны проявления современной геодинамики региона при разработке месторождений УВ. Тектоническая энергия выделяется либо в виде деформационных процессов при возможности

перемещений по имеющимся нарушениям сплошности среды (разломам), либо в виде сейсмического процесса при отсутствии таковой возможности [7, 11].

Также возможна и активизация системы разломных зон [9, 10] на территории разрабатываемых месторождений, обусловленная изменениями напряженного состояния пластов-коллекторов и покрывающих их пластов. В этом случае выделение тектонической энергии может пройти как в виде деформационных процессов (подвижек) зон разломов, так и в виде активизации сейсмической активности этих зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаттенбергер Ю.П. Причины и прогноз проседаний земной поверхности в районах разрабатываемых нефтяных и газовых месторождений /Ю.П. Гаттенбергер // Бюллетень МОИП. Отделение геологии. – 1984. – Т. 59. – Вып. 1. – С. 108–118.
2. Добрынин В.М. Деформации и изменения физических свойств коллекторов нефти и газа / В.М. Добрынин. – М.: Недра, 1970. – 239 с.
3. Ентов В.М. Об изменении напряженно- деформированного состояния горных пород при изменении давления в насыщенном жидкостью пласте / В.М. Ентов, Т.А. Малахова // Известия АН СССР. Механика твердого тела. – 1974. – № 6. – С. 53–65.
4. Жуков В.С. Основные причины изменения комплекса физических свойств коллекторов при разработке месторождений УВ /В.С. Жуков //Научно-технический сборник. Вести газовой науки. 2014. № 4 (20). – С. 174–183.
5. Жуков В.С. Оценка процессов проседания земной поверхности при разработке газовых месторождений (на примере Северо-Ставропольского месторождения) /В.С. Жуков, Ю.О. Кузьмин, Г.А. Полоудин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2002. № 7. – С. 54–60.
6. Жуков В.С. Оценка геодинамических факторов при разработке месторождений нефти и газа без поддержания пластового давления / В.С. Жуков, Ю.О. Кузьмин // Разработка месторождений углеводородов: сб. ст. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2008. – С. 242–255.
7. Кузьмин Ю.О. Современная аномальная геодинамика недр, индуцированная разработкой месторождений нефти и газа /Ю.О. Кузьмин //Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности. Вып.2. М.: ГЕОС. – 2002. – С. 418 – 427.
8. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика разломов и эколого-промышленная безопасность объектов нефтегазового комплекса / Ю.О. Кузьмин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2007. – №1. – С. 33 – 41.
9. Кузьмин Ю. О. Современная геодинамика системы разломов / Ю.О. Кузьмин // Физика Земли. – 2015 - №5. – С. 25-30.
10. Кузьмин Ю.О. Индуцированные деформации разломных зон / Ю.О. Кузьмин // Физика Земли. – 2019. – №5. – С. 123 – 138.
11. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород / Ю.О. Кузьмин, В.С. Жуков. – М.: Горная книга, 2004. – 256 с.
12. Механика горных пород применительно к проблемам разведки и добычи нефти: сб. ст. / под ред. В. Мори и Д. Фурментро; пер. с фр. и англ. – М.: Мир, Эльф Акитен, 1994. – 416 с.
13. Сидоров В.А. Пространственно-временные характеристики современной динамики геофизической среды сейсмоактивных и асейсмичных областей /В.А. Сидоров, Ю.О. Кузьмин //В кн. «Дискретные свойства геофизической среды». М: Наука. 1989. С. 33–46.
14. Терновой Ю.В. О деформации земной поверхности на разрабатываемом Северо-Ставропольском месторождении газа / Ю.В. Терновой, В.Н. Сергеев, В.Г. Гниловской // ДАН СССР. 1965. Т. 164. № 4. – С. 885–888.
15. Geertsma J. Land subsidence above compacting oil and gas reservoir / J. Geertsma // Journal of petroleum technology. – 1973. – № 6. – С. 734–744.
16. Segall P. Stress and subsidence from subsurface fluid withdrawal in the epicenter region of the 1983 Coalinga earthquake // Journal of geophysical research. – 1985. – Т. 90. – С. 6801–6815.

УДК502.5

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДОНЕЦКОЙ И РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ,
СВЯЗАННЫЕ С РАЗРАБОТКОЙ
УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ЗАКРЫТИЕМ ШАХТ**

*Колчанова Д.С., e-mail: dianakrysantevaaa10@yandex.ru
Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия*

Аннотация: В статье рассматривается влияние на окружающую природную среду функционирования и закрытия угольных шахт на примере Донецкой и Ростовской областей. Выявлено, что хоть и закрытые шахты оказывают негативное влияние на экологию выбросами в атмосферу и нарушением водного баланса, функционирующие же шахты намного более негативно влияют как на природу, так и на биоту.

Ключевые слова: угольная шахта, атмосферный воздух, загрязнение природной среды, нарушение водного баланса.

**INFLUENCE OF FUNCTIONING AND CLOSURE OF COAL MINES ON THE
EXAMPLE OF DONETSK AND ROSTOV REGIONS**

*D.S. Kolchanova, e-mail: dianakrysantevaaa10@yandex.ru
Voronezh State University, Voronezh, Russia*

Abstract: the article examines the influence on the environment of the functioning and closure of coal mines on the example of the Donetsk and Rostov regions. It was found that although closed mines have a negative impact on the environment by air emissions and water balance disturbances, functioning mines have a much more negative impact on both nature and biota.

Keywords: coal mine, atmospheric air, pollution of the natural environment, violation of the water balance.

Угольные шахты оказывают негативное влияние на окружающую природную среду не только во время своего функционирования, но даже и после ее закрытия. На разных этапах строительства и функционирования шахты уровень её воздействия на геологическую среду отличается. Самой пик она достигает на этапе строительства горных выработок и в начале горных работ, минимальной – на этапе завершения работы и закрытия шахты.

На 1 и 2 этапах (ввод шахты в эксплуатацию и выход её на проектные мощности) деятельность по разработке угольной шахты воздействует на литосферу, атмосферу и растительность. На 3, основном этапе (функционирование) шахта влияет на литосферу и гидросферу. На 4 этапе (закрытие) – на все компоненты экосистемы, однако с меньшей интенсивностью. Этапу закрытия шахты уделяется самое минимальное внимание. В связи с этим, хотелось бы затронуть эту проблему.

Ростовская область имеет очень высокую степень техногенного преобразования всех компонентов биоты. Здесь изобилуют области аномальных концентраций токсичных элементов, большой запыленности атмосферы, нарушений водной среды, ландшафта, биосферы. Экологическая обстановка здесь может расцениваться как критическая. Данные экологические проблемы являются следствием закрытия угольных шахт.

После закрытия шахты происходит снижение сбросов шахтных вод, однако восстановление уровней подземных вод по мере затопления шахт сопровождается негативными последствиями — подтоплением территории городов и поселков, сельхозугодий, инженерных сооружений, значительным изменением первоначального химического состава и физических свойств дренажных вод. Дренируемые в поверхностные водоемы воды

затопленных шахт имеют повышенное содержание тяжелых металлов и микроэлементов, превышающие ПДКв десятки раз.

Состав шахтных вод формируется в результате взаимодействия подземных вод с горными породами. Шахтные воды различны по составу: с минеральными, органическими и бактериологическими загрязнениями, с повышенной токсичностью. [1]

Опасность шахтных вод состоит в высокой кислотности и наличии в ней взвесей (пыль от пород, окисел трёхвалентного железа (ржавчина). В затопленных шахтах вода хуже, чем в действующих. Важный момент заключается в том, что при большем откачивании воды (для избегания подтопления) ухудшается ее качество (становится токсичнее состав). Процесс откачки ускоряет движение воды в шахте, что стимулирует неблагоприятные химические процессы.[2]

Затапливаемые шахты имеют гидравлическую связь с всё еще функционирующими шахтами, что приводит к большим перетокам воды в горные выработки последних. Это влечёт за собой немалые дополнительные затраты на увеличение водоотлива в действующих шахтах.

Затопление выработанного пространства закрывающихся шахт ведёт к вытеснению на поверхность загрязненного шахтного воздуха с метаном, радиоактивными элементами. Он скапливается в замкнутых пространствах и представляет опасность для жизни людей, что неоднократно приводило к трагическим последствиям.

В зонах влияния закрывающихся угольных шахт почвенно – растительный слой загрязнялся в течение десятков лет их отработки. В районах промплощадок шахт отмечается сверхнормативное содержание свинца, меди, цинка, марганца, хрома и других металлов.[1]

Донецкая область занимает одно из первых мест в Европе по уровню деградации окружающей среды. Территория области подверглась практически полной индустриализации.

Донецк является столицей шахтёрского края (Авдеевка, Макеевка, Ясиноватая и др.). Непосредственно в Донецке находятся 20 действующих шахт по добычи угля совместно с прилегающими к ним терриконами. Экологическая ситуация усугубляется тем, что данные объекты находятся в непосредственной близости от мест проживания людей.[3]

Угольные шахты на этапе функционирования и на этапе затухания и закрытия являются опасными объектами. Поэтому всей территории шахты необходимо присваивать статус зоны чрезвычайной экологической ситуации. Это связано с извлекаемым углём, вмещающих его пород и продуктов их переработки, т.к. они загрязняют атмосферу пылью, сажей, газообразными токсическими веществами.

Размещение породы в отвалах (терриконах), подработка поверхности приводит к деградации земельных ресурсов. Вокруг каждого террикона образуется 200 метровая зона, характеризующаяся скудной растительностью, и 500 метровая зона, где растительность сильно угнетена. Это и является острой экологической проблемой Донбасса, так как там количество терриконов – более тысячи, и почти половина из них – горят, загрязняя окружающий воздух.

После закрытия шахт процесс загрязнения окружающей среды не прекращается. Поэтому закрытие и консервирование шахт с точки зрения обеспечения экологической безопасности, должно подчиняться 3 временным этапам: предликвидационному, ликвидационному и постликвидационному.

Наиболее вероятными последствиями ликвидации шахт являются:

- затопление выработанных пространств;
- проседание земной поверхности, грунтов, городов и др.

Основными загрязнителями атмосферного воздуха в регионе остаются предприятия угольной промышленности, металлургии и предприятия – производители электроэнергии. В атмосферный воздух выбрасывается 275 тыс. т загрязняющих веществ от города Мариуполь, от Красноармейска – 100 тыс. т; Марьинского и Славянского районов – около 170 тыс. т и 47 тыс. т. соответственно. В пробах воздуха этих городов постоянно определяется присутствие пыли, диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, фенола, формальдегида, иногда аммиака.

Поскольку в Донецке, Мариуполе и Красноармейске постоянно фигурируют превышения концентраций вышеперечисленных элементов, эти города являются

самыми грязными городами Украины. Также уровень загрязнения воздуха в Краматорске – кризисный (согласно 4– категорийной шкале опасности). Особенностью организации городов Донецкой области является то, что жилые кварталы расположены в непосредственной близости от крупных промышленных объектов, что негативно влияет на здоровье населения.

По государственной статистической отчетности Ростовской области всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ в 2015 году – 618,7 тыс. тонн, в 2016 году – 629,3 тыс. тонн, в 2017 году – 670,0 тыс. тонн [5] По информации Государственной службы статистики Украины, выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферу от стационарных источников загрязнения в 2015 году составили почти 918 тыс. т (без учета выбросов диоксида углерода, которые, составили 35999,5 тыс.т). [6] Это значит, что Ростовская область вносит «вклад» в загрязнение окружающей среды по сравнению с Донецкой областью в 2 раза меньший (470 тыс. т и 918 тыс. т соответственно). Если же еще сравнить площадь Ростовской (100800 км²) и Донецкой областей (26500 км²), то пересчитав количество выбросов в каждой из областей на квадратный км видим, что Донецкая область выдаёт превышение над Ростовской в 7,5 раз (4,66 тыс. т/км² в Ростовской и 34,6 тыс. т/км² в Донецкой областях) .

Экологическое состояние Ростовской области с закрытыми угольными шахтами лучше, нежели с работающими в Донецкой области.

Для того, чтобы минимизировать негативное влияние угольной промышленности на природу, необходимы следующие мероприятия:

- деминерализация шахтных вод;
- рекультивация нарушенных земель;
- внедрение современных технологий добычи;
- усовершенствование станков, с помощью которых проводится обработка шахтных вод. [7]

Для решения экологических проблем по минимизации выбросов от угольных шахт, деминерализации шахтных вод и рекультивации нарушенных земель необходимо разработать национальную программу по защите окружающей среды с учетом региональных особенностей. Программа должна предусматривать совершенствование технологий минимизации отходов и их повторное использование, расширение производства товаров из вторичного сырья (например, производство лакокрасочных продуктов из отходов коксохимических предприятий). Законодательно следует ввести применение штрафных санкций, размер которых за причиненный ущерб превысил бы затраты предприятий на строительство и реконструкцию очистных отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кураков Ю.И. Влияние закрытия шахт на окружающую среду шахтёрских городов и посёлков[Текст] / Ю.И. Кураков, В.Н. Кухтин, В.Г. Суворов // Горный информационный аналитический бюллетень. 2004. No 6. С. 143– 145.
2. <http://antifashist.com/item/otlozhennyj-apokalipsis-chem-grozit-zatoplenie-shaht-donbassa.html>
3. <https://www.ostro.org/general/society/articles/525673/>
4. <https://ekovolga.com/checks/ugolnaya-promyshlennost-i-ekologiya>
5. <https://минприродыpo.рф/activity/546/>
6. <http://gum-centr.su/direction/sostovanie-atmosfernogo-vozduha-v-doneckoi-oblasti>
7. <https://ekovolga.com/checks/ugolnaya-promyshlennost-i-ekologiya>

ЭКОЛОГО– ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВБЛИЗИ ПОЛИГОНА ТКО ООО «КАСКАД»

*Копытин С.В. Косинова И.И.
stasrt28@gmail*

Воронежский Государственный Университет, г. Воронеж, Россия

Аннотация: Данная работа посвящена оценке состояния почвенных отложений на территории вблизи полигона ТКО ООО «Каскад». В статье рассмотрены: актуальность данной проблемы, природные условия территории и методика отбора почвенных отложений. Приведены полученные результаты, а также дана оценку состоянию почв.

Ключевые слова: Мониторинг, эколого– геологический, полигон, твердые коммунальные отходы, окружающая среда, почва, тяжелые металлы

ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL MONITORING OF THE STATE OF THE SOIL COVER NEAR THE MSW LANDFILL OF LLC "KASKAD"

*S.V. Kopytin, e– mail: stasrt28 @ gmail.com, scientific supervisor: Kosinova I.I., professor,
D.Sc. in Geological and Mineralogical Sciences,
Voronezh State University, Voronezh, Russia*

Abstract. This work is devoted to the assessment of the state of soil sediments in the area near the landfill of TKO LLC "Kaskad". The article discusses: the relevance of this problem, the natural conditions of the territory and the method of selection of soil deposits. The results obtained are presented, as well as the assessment of the state of the soil.

Keywords. Monitoring, ecological– geological, landfill, municipal solid waste, environment, soil

В современном мире основными источниками загрязнения окружающей среды можно считать различные промышленные предприятия, автомобильный транспорт, различные природные и техногенные аварии. Однако в связи с ростом численности населения на сегодняшний день острой проблемой является вопрос об утилизации твердых коммунальных отходов, объем которых также неизбежно растет. Лишь небольшой процент отходов в современных реалиях способен вторично перерабатываться или «безболезненно» уничтожаться, не нанося вред состоянию окружающей среды [1]. Подавляющий же объем ТКО приходится складировать на специализированных полигонах, которые представляют собой большую опасность для различных компонентов окружающей среды – атмосфера, литосфера, гидросфера и биосфера.

Объектом исследования является полигон твердых коммунальных отходов ООО «Каскад», находящийся на территории Воронежской области.

Данный полигон на данный момент является крупнейшим в Центральном Черноземье и занимает площадь в 29,5 га, в год способен принимать до 440000 тонн отходов [2].

Данная работа посвящена оценке состояния почвенного покрова по наличию в них тяжелых металлов и проведена на основе данных, полученных в ходе проведения эколого – геологического мониторинга в 2017 и 2018 гг.

Цель исследования: дать качественную оценку уровню состояния почвенного покрова вблизи полигона ТКО ООО «Каскад».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Анализ изученности проблемы на основе имеющихся литературных и интернет источников
2. Оценка объема имеющихся данных об объекте исследования

3. Графическая систематизация и визуализация данных

В связи с высокой актуальностью проблемы изучения влияния полигонов ТКО на окружающую среду, имеется немало статей, диссертаций и др., рассматривающих данные объекты и их влияние на состояние различных компонентов окружающей среды. В данных работах хорошо показана методика проведения исследований, их результаты, а также зачастую даются рекомендации по устранению каких – либо существующих проблем, встречаемых при исследовании полигонов ТКО. Одной из главной таких проблем, которой стоит уделить большее внимание, являются несанкционированные свалки, отрицательное влияние которых на компоненты окружающей среды в разы превышает влияние от санкционированных полигонов.

В геологическом строении исследуемой территории принимают участие породы докембрия, девонской, меловой и четвертичной систем.

Докембрий

Докембрийские породы вскрыты скважиной № 66016, расположенной на территории действующего полигона ТКО на глубине 182,0 м от поверхности. Они представлены серовато-розовыми и красноватыми породами коры выветривания гранитоидов протерозойского времени. Вскрытая мощность пород – 13 м.

Девонская система

На кристаллическом докембрийском фундаменте с угловым несогласием залегают отложения живетского яруса среднего девона. Литологически это глины и песчаники воробьевской свиты (D_{2vb}), алевроиты, песчаники и аргиллитоподобные глины ардаатовской свиты (D_{2ar}) и алевролиты муллинской свиты (D_{2ml}). Мощность отложений среднего девона 35 – 45 м.

На размытой поверхности муллинской свиты залегают отложения токаревской толщи франкского яруса верхнего отдела. В нижней части они представлены ястребовскими слоями (D_{3js}), состоящими из алевролитов и песчаников. В верхней части – чаплыгинскими слоями, которые в нижней части состоят из аргиллитоподобных глин, а сверху – из алевролитов, песчаных глин и песчаников. На чаплыгинских слоях согласно залегают известняки саргаевской свиты (D_{3sr}). Эти породы перекрыты толщей переслаивающихся глин и известняков семилюкской свиты (D_{3sm}). Франкский ярус заканчивается пачкой песков и песчаниками петинской свиты (D_{3pt}) и ритмично переслаивающимися известняками, аргиллитоподобными глинами и мергелями воронежской свиты (D_{3vr}). Мощность отложений франкского яруса 71 – 76 м. Мощность отложений франкского яруса 71– 76 м. Общая мощность девонских отложений– 119 м.

Меловая система

На размытой поверхности известняков верхнего девона залегает мощная пачка (35– 40 м) пород аптского яруса (K_{1a}) нижнего мела. Она разделяется песчано – гравийная часть, горизонт огнеупорных глин, и на слой из песков с прослоями песчаников. Мощность отложений колеблется в пределах от 15 до 20 м. Последний ярус меловой системы – туронский, представленный псчим мелом с прослоями мергеля мощностью от 20 м до 30 м.

Четвертичная система

В данном районе четвертичные отложения сплошным чехлом перекрывают неровную размытую поверхность пород верхнего мела.

Широкое распространение в районе имеет донской горизонт (gldns), который представлен бурыми, буровато – желтыми, зеленовато – серыми, реже красно– бурыми суглинками и глинами с валунами и галькой местных и северных пород моренного происхождения. В морене встречаются линзы и прослои песка. Мощность морены изменяется от 5– 9 м до 20– 30 м.

Перекрываются моренными отложения покровными суглинками стрелецкой свиты. Суглинки темно– бурого или буровато – желтого цвета с большим количеством известковистого материала в трещинах и порах. Они довольно однообразные иногда песчанистые. Мощность покровных суглинков варьирует от 1 м до 14 м.

В долинах рек развит аллювий надпойменных террас.

Современные отложения представлены пойменным аллювием.

Ложе бывшего карьера рудника «Средний» заполнено техногенными отложениями, образовавшимися при добыче огнеупорных глин. Они сложены преимущественно крошкой белого писчего мела, песками и суглинками. Мощность отложений до 15 – 20 м

Первый от дна карьера водоносный горизонт – водоносный локально водоупорный – аптские (латненский) терригенный горизонт $K_{1a}(lt)$. Статический уровень его находится на глубине 21,0 – 25,0 м от дна карьера. Дренируется водоносный горизонт в р. Девица, а со стороны реки Дон в аллювиальные отложения первой надпойменной и пойменной террас. Воды горизонта загрязнены, в следствии эксплуатации полигона ТКО МКП (МУП) ПООО, который находится в руднике «Средний» восточнее от полигона ТКО ООО «Каскад» и работает с 1986 г. Это отмечено в отчетах ГПП «Воронежгеология» 2000 г [3] и ЗАО НПФ «ОВЕН» 2003 г [4].

Воды горизонта в пределах водораздела, на котором расположен полигон, не используются в целях хозяйственного водоснабжения.

Ниже залегают водоносные подразделения верхнего девона, которые сверху перерывы водоупорным верхнесемилуцким терригенным горизонтом (D_{3sm2}) [5].

Представлен горизонт аргиллитоподобными глинами с маломощными прослоями мергелей и известняков. Мощность горизонта изменяется от 7 до 32 м. Этот горизонт является надежным верхним водоупором от попадания загрязненных вод для слабо – водоносного локально – водоносного саргаевско– нижнесемилуцкого карбонатного комплекса, залегающего ниже и других девонских горизонтов подземных вод, которые в районе размещения полигона являются эксплуатационными.

В целом следует отметить удачное расположение полигона ТКО ООО «Каскад». То, что он находится в чаше карьера, уменьшает его воздействие на поверхностные среды, а основные эксплуатационные горизонты подземных вод защищены от поверхностного загрязнения.

Для оценки экологического состояния почвогрунтов, пробы анализировались по химическим показателям: свинец, цинк, никель, мышьяк, ртуть.

Анализировались смешанные образцы, отобранные в соответствии с методическими указаниями по определению тяжелых металлов в почвах.

Оценка проводилась на основании официально установленных нормативов [6]. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Исходя из результатов, приведенных в таблице, следует указать на превышение значений по мышьяку в 2017ом году. Его концентрации колеблются в пределах от 2,3 мг/кг до 3,2 мг/кг.

Остальные исследуемые элементы не превышают допустимых значений.

Выводы:

1. В ходе проведенной работы установлено, что мониторинг исследуемой территории проводится ежегодно. Для анализа отбираются пробы подземных и поверхностных вод, почвы, воздуха, а также отбираются пробы на радиационный контроль.
2. В ходе исследования был проведен анализ состояния почвенного покрова в 2017 и 2018 гг. Было установлено, что наиболее высокие концентрации встречались в 2017 году.
3. Среди представленных данных только значения по мышьяку превышают допустимые уровни. Концентрации мышьяка колеблются в пределах от 2,3 мг/кг до 3,2 мг/кг при норме 2 мг/кг.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов и мышьяка в почвах исследуемой территории в 2017 и 2018 гг

№		Pb, мг/кг	Hg, мг/кг	Zn, мг/кг	Ni, мг/кг	As, мг/кг
ПДК/ОДК		32	2,1	220	80	2
июн.17	1	13,5	0,017	39,9	27,7	2,9
	2	11,2	0,013	32,2	27,2	2,7
	3	10,2	0,035	70,3	16	3,2
	4	5,2	0,028	30,9	12,7	2,8
	5	26,5	0,018	121,7	10,7	2,3
	6	21	0,016	114,1	11,3	2,6
июн.18	1	12,2	0,22	28,6	11,9	1,28
	2	13,1	0,24	29,6	9,8	1,35
	3	11,7	0,23	22,4	11,5	1,12
	4	12	0,26	22,3	11,1	1,16
	5	10,4	0,19	22,5	8,3	1,29
	6	10,7	0,2	27,3	7,5	1,32

4. Однако в 2018 году превышений нет ни по одному элементу. На основании этого можно сделать вывод, что была проделана «работа над ошибками» и все замечания были устранены, а контроль за содержанием мышьяка был строже, что и привело к установлению допустимых показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галицкая И.В. Экологические проблемы обращения и утилизации бытовых и промышленных отходов // Геоэкология. – 2005. – №2. – С. 147
2. Полигон ТКО ООО «Каскад». [Электронный ресурс] – URL <http://www.kaskad-36.ru/#about>
3. Федеральный закон «О санитарно– эпидемиологическом благополучии населения» №52–ФЗ от 30.03.99. Москва, 1999
4. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» №89–ФЗ, Москва, 1998.
5. Ишмуратова С. К., Бондарев А.А. Гидрогеологическое заключение о результатах работ по ведению мониторинга геологической среды на территории полигона ТБО г. Воронежа рудника «Средний» за период 1991– 2000гг., Воронеж, 2000. ГГП «Воронежгеология».
6. ГН 2.1.7.0241– 06 «Предельно– допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». Москва, 2006 год

УДК 551.248.2

НЕОТЕКТОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ КАК СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БОРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Косинова И.И., Силкин К.Ю., Лепендин Д.Г.

e-mail: denislependin@mail.ru

Воронежский Государственный Университет, Воронеж, Российская Федерация

Аннотация: Для выявления связанных с борным загрязнением тектонически нестабильных зон на территории Липецкой области был проведён анализ линеаментов по карте рельефа. Была обнаружена зависимость расположения загрязнённых бором водоносных горизонтов от тектонических разломов.

Ключевые слова: неотектоника, линеаменты, тектонические разломы, подземные воды, бор, анализ, плотность, реки.

NEOTECTONIC ANALYSIS OF LIPETSK REGION AS A WAY TO PREDICT GROUNDWATER'S CONTAMINATION BY BORON

I.I. Kosinova, K.Y. Silkin, D.G. Lependin,

e-mail: denislependin@mail.ru

Voronezh State University. Voronezh, Russian Federation

Abstract. We provided a neotectonic analysis to define unsable areas, which are connected to boron contamination. There is positive correlation between contaminated groundwater and neotectonic fractures.

Keywords. Neotectonic, lineaments, neotectonic fractures, groundwater, analysis, density, rivers

Неотектонические нарушения в рельефе проявляются в виде линеаментов, то есть линейно ориентированных элементов, длина которых во много раз превышает ширину [1].

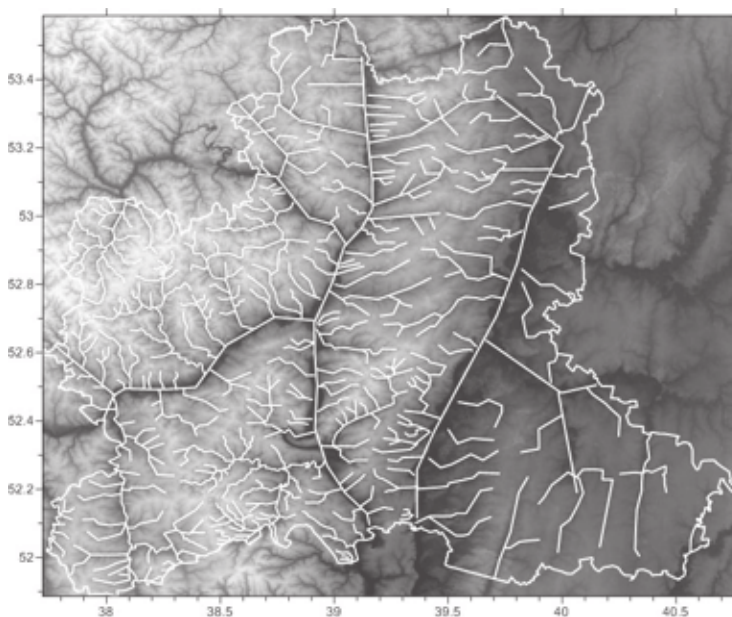


Рис. 1— Контрастная карта рельефа Липецкой области с отмеченными водотоками. Тёмным цветом обозначены понижения рельефа

Их происхождение связано с процессами растяжения литосферы в результате вращения Земли, а потому обычно они либо имеют широтную или долготную направленность, либо расположены по отношению к параллелям и меридианам под углом в 45° . Линеаменты, как правило, выражены в рельефе в виде средних по размеру водотоков [2]. Крупные водотоки приурочены к границам региональных тектонических структур. Мелкие водотоки связаны с незначительными перепадами рельефа, и часто не имеют прямой зависимости от тектонических процессов. Для выделения линеаментов из SRTM файлов, взятых с сайта геологической службы США [3], была создана контрастная карта рельефа Липецкой области. На построенной карте отчётливо видны крупные и средние реки, их долины, а также связанные с ними овраги. Кроме того, видны также и линии водоразделов. Для выделения линеаментов в первую были обозначены русла рек (рис. 1).

Для того, чтобы более точно выделить линеаменты, была взята тектоническая карта Липецкой области с обозначенными на ней линиями областей динамического влияния разломов фундамента (рис. 2) [4]. Некоторые из этих линий соответствуют водоразделам, другие совпадают с выделенными нами линеаменами.

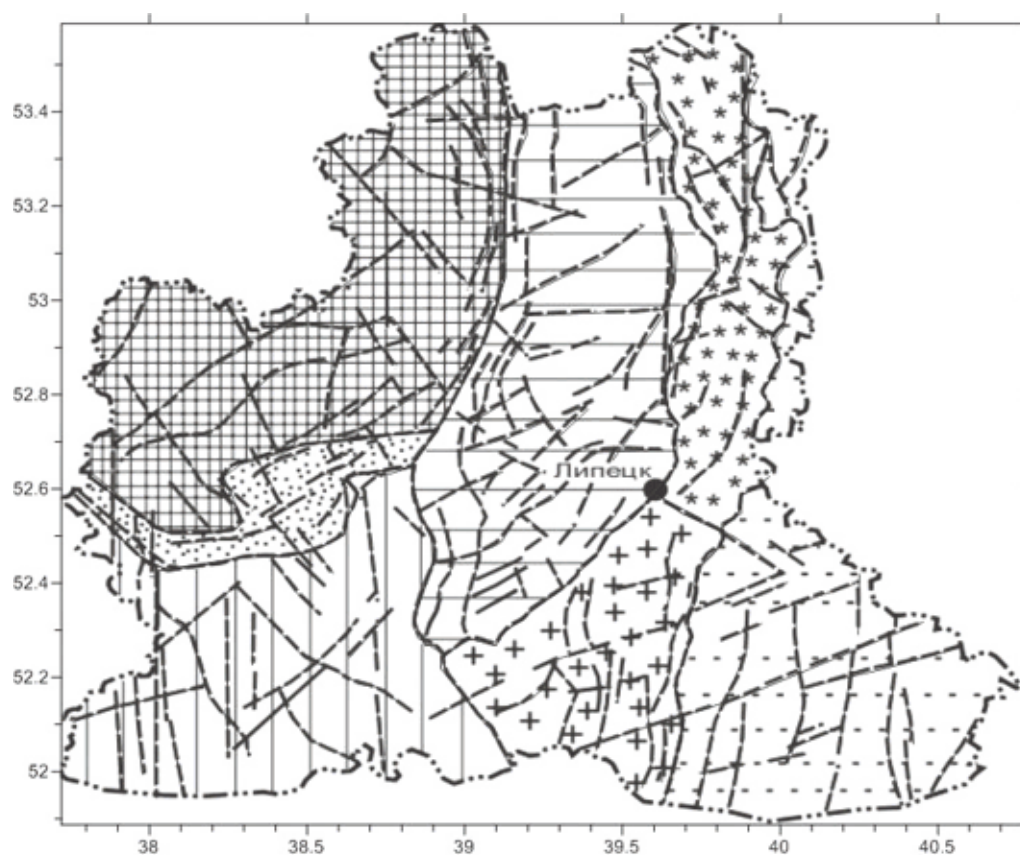


Рис. 2–Тектоническая карта Липецкой области с отмеченными линеаментами

Для дальнейшего анализа были отобраны те из выделенных водотоков, которые соответствуют осевым линиям областей динамического влияния разломов фундамента, либо имеют аналогичные отмеченным водотокам очертания, длину и направление. Построенная в итоге карта (рис.3) отображает самые крупные и наиболее явно выраженные из имеющихся в Липецкой области линеаментов. На полученную карту были дополнительно наложены точки, соответствующие координатам скважин, в которых согласно Кадастру эксплуатационных скважин подземных вод на территории Липецкой области за 2017 год было обнаружено превышение ПДК по бору. Данные о наличии подходящих скважин на севере и юго– востоке области отсутствуют.

Обращает на себя внимание тот факт, что большинство обозначенных точек находятся в долинах рек Дон, Воронеж и Сосна. Следует отметить, что вышеобозначенные реки являются выраженными в рельефе границами между региональными тектоническими структурами, то есть крупнейшими тектоническими разломами. Большинство из остальных точек либо приурочены к отмеченным линиментам, либо находятся в долинах меньших по

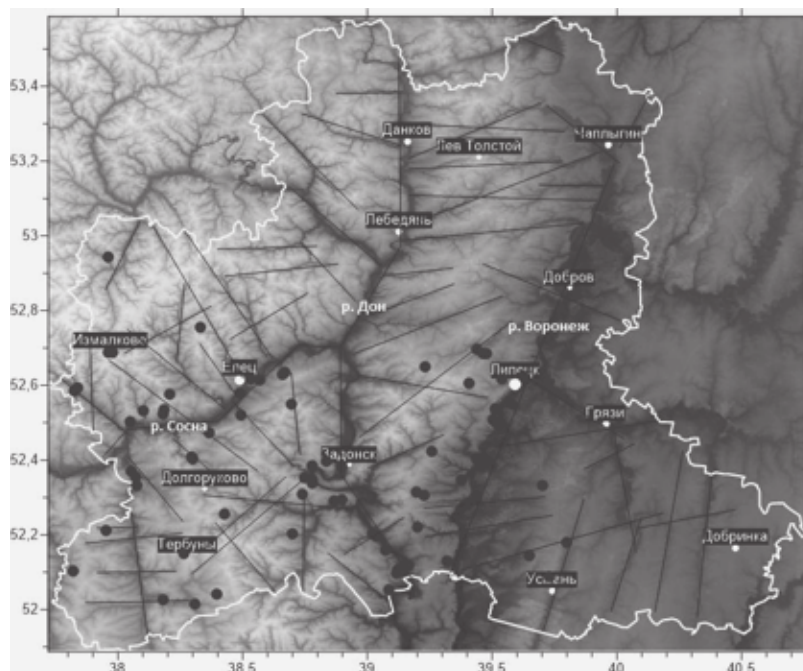


Рис. 3—Карта линиментов Липецкой области с обозначенными скважинами с превышением ПДК по бору

размеру рек. Для того, чтобы определить зоны с наибольшим риском проявления повышенных концентраций бора при бурении была составлена карта плотности скважин (рис.4). На ней выделяется пять зон с высокой плотностью скважин: юго – западнее Липецка, южнее и юго–восточнее Задонска, южнее Ельца, а также северо – западнее Долгоруково.

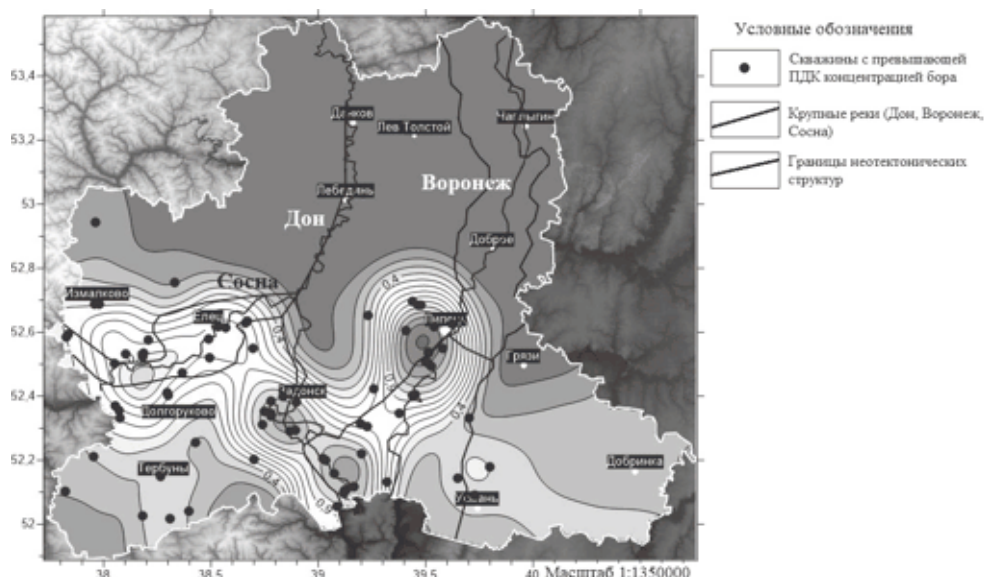


Рис. 4—Карта плотности скважин с превышенными значениями бора. Тёплыми цветами обозначены зоны с более высокой концентрацией

По итогам анализа полученных карт можно сделать вывод о том, что наличие повышенных концентраций бора в подземных водах напрямую связано с тектоническим строением и наличием вблизи тектонических разломов. Согласно карте плотности, при бурении скважин в обозначенных зонах высок риск того, что эксплуатируемые этими скважинами водоносные горизонты будут иметь превышающие ПДК значения концентрации бора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Линимент – Горная энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mining-enc.ru/l/lineament/>
2. Линеаменты – Сайт Игоря Гаршина [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.garshin.ru/evolution/geology/geosphere/geophysics/lineaments.html>
3. EarthExplorer – Home [Электронный ресурс]. – URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
4. А. И. Трегуб, Н. А. Корабельников, С. А. Трегуб, А. А. Старухин. Территориальный прогноз развития опасных экзогенных геологических процессов в Липецкой области [Иллюстрация] // Вестник ВГУ: сб. статей. – Воронеж, 2008. – С. 148.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ– № 20– 55– 00010

УДК 504.03(470.21)

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ В СЛУЧАЕ АВАРИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «АПАТИТ» (НА ПРИМЕРЕ КИРОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ, МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Костяева А. К.

nastyakostyaeva327@icloud.com

Воронежский государственный университет

Аннотация: Актуальность исследований заключается в определении возникновения опасности для жизни и деятельности человека при нарушении правильной работы рудника. Кировский рудник является действующим предприятием, и за время его эксплуатации выявился ряд факторов, определяющих возможность возникновения на его объектах чрезвычайных ситуаций. Основными причинами возникновения аварийных ситуаций являются нарушения технологических процессов на промышленных предприятиях, технические ошибки обслуживающего персонала, нарушения противопожарных правил и правил техники безопасности, отключение систем энергоснабжения, водоснабжения и водоотведения, стихийные бедствия, террористические акты и т.п.

Ключевые слова: рудное поле, экологические последствия, апатит – нефелиновая руда, нефтепродукты, санитарно– защитная зона, фоновые концентрации, загрязняющие выбросы, горные удары, шахта, рудная брекчия, рудное тело, концентрат, Кукисвумчорское месторождение, Хибинский массив

Annotation: The relevance of research is to determine the occurrence of danger to human life and activity when the correct operation of the mine is disrupted. Kirovsky mine is an operating enterprise, and during its operation, a number of factors have been identified that determine the possibility of emergencies at its facilities. The main causes of accidents are violations of technological processes at industrial enterprises, technical errors of service personnel, violations of fire and safety regulations, disconnection of power supply, water supply and sanitation systems, natural disasters, terrorist acts, etc.

Keywords: ore field, ecological implications, apatite– nepheline ore, oil products, sanitary– protection zone, background concentrations, polluting emissions, rock blows, mine, breccia ore, ore body, concentrate, Kukisvumchorr deposit, Khibiny mass

Цель: Определение возможного воздействия источников вредных выбросов Кировского рудника на загрязнение воздушного бассейна в районе размещения предприятия и организации санитарно – защитной зоны

Задачи:

1. Выявить основные технологические операции, производственная деятельность которых приводит к образованию основных источников выделения вредных веществ в атмосферу.

2. Изучить основные виды мероприятий, используемых на предприятии для снижения выбросов загрязняющих веществ.

3. Выделить основные причины возникновения аварийных ситуаций.

4. Определить ряд факторов, определяющих возможность возникновения на объектах рудника чрезвычайных ситуаций.

5. Установить мероприятия по прогнозированию и профилактике чрезвычайных ситуаций исследуемого района

Эколого– геологическая характеристика района.

Кукисвумчорское месторождение апатит– нефелиновых руд расположено в южной части Хибинского, в 5,5 км к северо– востоку от административного центра района – города Кировска (рис.1).

Район экономически освоен. На подчиненной г. Кировску территории расположены 4 рудника (объединенный Кировский, Расвумчоррский, Центральный и Восточный), АНОФ– 3 и производственные цеха АО «Апатит». На территории, подчиненной г. Апатиты, – АНОФ– 2. Электроснабжение промышленных предприятий и населенных пунктов осуществляется от Кировской ГРЭС и Кольской АЭС. Источником хозяйственно– питьевого водоснабжения служат подземные воды (водозабор Центральный), озера Большой Вудъявр и Имандра. Основная часть населения сосредоточена в г. Апатиты и г. Кировске.

Хорошо развита транспортная сеть, автомобильные и железные дороги. Расстояние от станции Апатиты до г. Санкт – Петербурга – 1250 км, до г. Мурманска – 180 км.

Климат района – субарктический умеренный с продолжительной снежной зимой и коротким (июль – август) летом. Глубина промерзания почвы достигает 1,3 – 1,6 м. Длительность снежного покрова от 250 до 284 дней. Преобладающие ветры южный и юго– западный (зимой); северный и северо– западный (летом). Скорость ветра до 30– 40 м/сек., с порывами до 60 м/сек.

Рельеф месторождения сильно расчленен и представлен склоном горы Апатитовой (1006 м) и долинами рек Саамская и Ворткеуай. Самая низкая точка – бассейн озера Б. Вудъявр (+312 м). Таким образом, амплитуда высот достигает практически 700 м. Склоны гор крутые (30– 40°), до абсолютных отметок +600 м покрыты кустарником, выше – скальные, обрывистые; вершины – платообразные. Озерная депрессия и долины рек Саамская, Ворткеуай заполнены мореной мощностью до 30– 40 м, подножья горы – крупноглыбовым делювием и коллювием, плато – элювием. Площадь месторождения составляет около 3,2 км². Географические координаты: 67°40' с.ш., 33°44' в.д. Номенклатура листа Q– 36, IV.

Район Кукисвумчорского месторождения, рудопроявления участка Нагорный и их окрестности с применением геофизических методов изучались на протяжении последних 50 лет. Цели и задачи, которые необходимо было решить при помощи геофизических методов, предполагали изучение как глубинного строения Хибинского плутона (сейсморазведка, гравиразведка, аэромагниторазведка, магниторазведка), так и детального изучения месторождений юго – западного рудного поля (детальная сейсморазведка, магниторазведка, гравиразведка).



Рис.1– Обзорная схема района

По результатам региональных геофизических исследований (масштаб 1:200 000 – 1:50 000) было изучено глубинное строение Хибинской интрузии, которая имеет лополитообразную форму. По геофизическим данным уточнено положение в плане и разрезе пород ийолит – уртитового состава, которые являются вмещающими для апатит– нефелиновых руд. По результатам детальной гравirazведки (Шаблинский Г.Н.) рассчитана плотностная модель месторождения.

Кукисвумчоррское месторождение является северо– западной частью единого рудного тела сложной пласто – линзообразной формы, протягивающегося на 12 километров и включающего в себя также месторождения: Юкспорское, Апатитовый цирк и Плато Расвумчорр, образующие юго – западное рудное поле. Вмещающими породами для руд Кукисвумчоррского месторождения со стороны висячего бока являются рихсчорриты, а также пачка расслоенных ийолит– уртитов пострудной субфазы, а со стороны лежачего бока – массивные уртиты. Апатит– нефелиновые руды пронизаны уртитамид рудной субфазы, не имеющими с вмещающими породами четких контактов. [1]

Рудную толщу можно разделить по последовательной смене типов руд, различающихся в основном по текстурам и содержанию Р 2О5 от верхнего к нижнему контакту: сфен– апатитовые руды, пятнистые и пятнисто – полосчатые руды, линзовидно – полосчатые с маркирующим горизонтом крупноблоковых руд, сетчатые руды, затем массивные руды, переходящие в уртит апатитовый. К верхней части также приурочена рудная брекчия, на сегодняшний день практически отработанная. В рудной толще выделяется зона богатых, пятнистых и пятнисто– полосчатых руд, и зона более бедных, линзовидно– полосчатых, сетчатых и массивных руд. У верхнего контакта находится зона бедных сфен – апатитовых руд.

В северо – восточной части месторождения встречен кольцевой крутопадающий интрузив ляхочорритов, который, по – видимому, срезает рудное тело, препятствуя его распространению на глубину. [2]

Самые молодые породы, встреченные на месторождении – мончикитовые дайки. Они простираются по азимуту 310– 315⁰, падая на ЮЗ под углом 75– 80⁰, имея мощность первые метры (до 8 м), маркируют собой процессы, связанные с пострудной тектоникой.

В гидрогеологическом отношении Кукисвумчорское месторождение апатит–нефелиновых руд, расположенное в юго – западной части Хибинского щелочного массива, относится к Балтийскому гидрогеологическому массиву, который характеризуется широким развитием поровых грунтовых вод в четвертичных отложениях, трещинных грунтовых вод в зоне выветривания кристаллических пород и трещинно– жильных вод тектонических трещин на глубине. Для всех типов вод характерны низкая температура и минерализация.

С запада и востока Хибинский массив ограничен глубокими впадинами, занятыми озерами: Имандра и Умбозеро, служащими основными базами поверхностного и подземного стока. Озеро Б.Вудъявр является крупнейшим внутренним водоемом Хибин, площадью 3,98 км². В него впадают три водотока, имеющих характер горных рек: р. Вудъяврйок –с запада; р. Саамская – с севера; р.Юкспорйок – с востока. Все три реки берут свое начало с высотных отметок 600– 750 м и приурочены к зонам крупных радиальных тектонических нарушений. Водосборный бассейн оз. Б.Вудъявр замкнутый, с четко выраженными водораздельными границами, общей площадью 125 км². Поверхностный сток бассейна имеет единственный выход через р.Б.Белая.

Особенности формирования и распространения подземных вод района определяются следующими климатическими, геоморфологическими и геологическими факторами:

- влажным климатом района, где количество выпадающих осадков (в среднем 700 – 1100 мм) в 5 – 10 раз преобладает над испарением;
- хорошей обнаженностью горного массива, а также интенсивной его трещиноватостью, обеспечивающих беспрепятственную инфильтрацию атмосферных осадков через зону аэрации;
- сильно расчлененным рельефом, а также близостью областей питания и разгрузки, обуславливающими достаточно высокие скорости фильтрации;
- глубоко врезынными долинами и цирками, создающими благоприятные естественные условия для дренирования вод кристаллических пород и четвертичных отложений, расположенных выше отметок эрозионных врезов.

Речные долины оказывают дренажное воздействие на массив и способствуют образованию зоны аэрации, мощностью от одного– нескольких метров в долинах рек и на склонах гор до 400 – 500 м на водоразделах горно – вершинного яруса рельефа. Эта зона характеризуется сезонным обводнением пород и преимущественно вертикальным, нисходящим движением инфильтрационных вод. Движение вод по пологим трещинам имеет подчиненное значение – с ними связаны выходы сезонных родников на склонах гор. [3]

Кукисвумчорское месторождение разрабатывается объединенным Кировским рудником. Все подземные рудники ОАО «Апатит», в том числе Кировский, применяют систему этажного или подэтажного обрушения со скважинной отбойкой руды, с выдачей руды через вибропитатели или торцевым способом с применением самоходной техники. Месторождения при отработке разделяются на блоки длиной по простиранию 64 – 72 м и вкрест простирания 150– 300 м. Отработка идет в нисходящем порядке этажами высотой 70 м. Границами этажей являются откаточные горизонты.

Для отбойки руды проходятся буровые орты и штреки по высоте 24 м и в плане через 40 – 60 м. Из них бурятся взрывные скважины диаметром 105 мм, глубиной 30 – 35 м при веерообразном их расположении.

При подэтажной отработке, после отбойки веерами, руда выпускается из магазина на горизонт доставки при помощи самоходной техники. При этажном способе отработки, руда подается вибропитателями на горизонт доставки, где грузится в вагонетки емкостью 4 – 10 м³. По конвейерам и через главный ствол руда выдается на поверхность, откуда думпками грузоподъемностью 100 – 105 тонн вывозится на АНОФ – 2 и 3.

В настоящее время добыча руды производится на горизонтах +252 м и +172 м, а на горизонте +92 м ведутся подготовительные работы.

На Кукисвумчоррском месторождении также ведется открытая добыча (карьер Северный) в лежащем боку.

По мере углубки горных работ возрастает горное давление, участились нарушения выработок и скважин, увеличились непроизводительные затраты на восстановление и крепление выработок, ухудшились показатели отбойки и выпуска руды. В результате чего снижаются темпы роста интенсивности очистной выемки, годового понижения горных работ, что приводит к увеличению себестоимости добычи и нарушению сроков ввода новых горизонтов.

Площадь Кировского рудника составляет 1208,3 га. На его территории функционирует промышленная площадка, представляющая собой комплекс подземных и надземных зданий и сооружений, в состав которой входят: производственные блоки, административно – хозяйственные здания и подземные выработки.

В настоящее время функционируют: гаражи поверхностного и подземного транспорта, надшахтные здания, АБК, склад нефтепродуктов, здание насосной станции, ремонтно–механическая мастерская, шиномонтажный участок (участок внутрикарьерного транспорта УВКТ), производственный корпус УВКТ.

Промплощадка Кировского рудника находится на расстоянии 5-7 км в северо – западном направлении от г. Кировска и в непосредственной близости от ближайшего населенного пункта – п. Кукисвумчорр.

Производственная деятельность предприятия приводит к образованию основных источников выделения вредных веществ в атмосферу в результате следующих технологических операций: на промплощадке рудника:

- технический осмотр и хранение самоходного пневмоколесного оборудования;
- хранение нефтепродуктов;
- технический осмотр и ремонт горного оборудования, изготовление запасных частей, механическая обработка деталей при техническом ремонте горного оборудования;
- технический ремонт автомобильных шин;
- технический ремонт узлов и агрегатов автотранспорта;
- технический ремонт и хранение подземной техники. Перегрузочные пункты руды:
- перегрузка руды;
- транспортирование руды; Отвал № 3:
- разгрузка вскрышных пород;
- планировочные работы бульдозеров;
- пыление поверхности отвала.

Подземный рудник:

- буровые работы;
- взрывные работы;
- доставка руды на перегрузочный пункт;
- место заправки техники;
- работа дизельного оборудования.

Для определения воздействия источников вредных выбросов на загрязнение водного бассейна использовался химический анализ поверхностных и подземных вод и их сравнение с ПДК. Химический состав поверхностных и грунтовых вод четвертичных отложений, а также подземных вод верхней части разреза кристаллических пород, весьма близок между собой и характеризуется невысокой минерализацией. Воды пресные (минерализация 0,055 – 0,400 г/л), мягкие (общая жесткость – 0,1 – 1,64 ммоль/л); воды от кислых до щелочных (рН 6,47 – 9,16). По соотношению катионов и анионов относятся, в основном, к сульфатно– гидрокарбонатным натриевым, реже к гидрокарбонатным натриевым. Содержание фтора изменяется в пределах <0,20 – 3,94 мг/л; алюминия – <0,4 – 0,26 мг/л; нитратов <0,10 – 73,94 мг/л (Табл. 1). Содержание микрокомпонентов значительно ниже ПДК. Содержание ПАВ и нефтепродуктов

ниже ПДК, за исключением одной пробы в скв. 62 м, отобранной 07.10.2014 г., когда содержание нефтепродуктов в грунтовых водах четвертичных отложений составило 0,31 мг/л (ПДК – 0,10 мг/л) (табл. 2). При характеристике химического состава поверхностных и подземных вод четвертичных отложений использованы данные объектного мониторинга подземных вод, проводимого в районе деятельности АО «Апатит» (р. Саамская, скв. 62 м).

Рудничные воды загрязнены, в основном, компонентами техногенного происхождения (продукты распада взрывчатых веществ, используемого цемента и др.) и, частично, отходами жизнедеятельности человека в условиях подземных работ.

Система водоотлива на Кировском руднике способствует интенсивному перемешиванию вод различных горизонтов.

Таблица 1– Содержание нефтепродуктов и ПАВ в поверхностных и подземных водах (по результатам режимных наблюдений за 2013 – 2014 г. г.)

№ п/п	Место отбора пробы	№№ проб заказчика	Дата отбора пробы	С о д е р ж а н и е, мг/л	
				ПАВ	нефтепрод.
				ПДК=0,25	ПДК=0,10
1	2	3	4	5	6
Долина реки Саамская					
Поверхностные воды					
1	т.н.С– 1 (р.Саамская, у скв.5м)	77	12.04.2013	0,025	0,022
2	т.н.С– 1 (р.Саамская, у скв.5м)	228	04.10.2013	0,030	0,077
3	т.н.С– 1 (р.Саамская, у скв.5м)	350	03.04.2014	0,080	0,062
4	т.н.С– 1 (р.Саамская, у скв.5м)	485	07.10.2014	<0,025	0,044
5	т.н.С– 2 (р.Саамск.,ниже хлорат.)	78	12.04.2013	<0,025	<0,005
6	т.н.С– 2 (р.Саамск.,ниже хлорат.)	229	04.10.2013	<0,025	0,058
7	т.н.С– 2 (р.Саамск.,ниже хлорат.)	351	03.04.2014	0,071	0,042
8	т.н.С– 2 (р.Саамск.,ниже хлорат.)	486	07.10.2014	<0,025	0,044
min				<0,025	<0,005
max				0,080	0,077
среднее значение				0,032	0,044
модальное значение				<0,025	0,044
количество определений				8	8
Подземные воды					
Грунтовый водоносный горизонт (f,lgQ <i>i i i o s</i>)					
9	скв.62м	79	12.04.2013	0,028	<0,005
10	скв.62м	498	07.10.2014	<0,025	0,310

Для определения воздействия источников вредных выбросов Кировского рудника на загрязнение воздушного бассейна в районе размещения предприятия и организации санитарно–защитной зоны (СЗЗ) были выполнены расчеты полей рассеивания приземных концентраций по всем загрязняющим веществам, определены максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ на границе СЗЗ. [5]

Результаты проведенных расчетов свидетельствуют, что:

— Кировский рудник по уровню воздействия на атмосферный воздух относится к 3 категории предприятий по воздействию выбросов загрязняющих веществ на атмосферный воздух;

— качество атмосферного воздуха на границе СЗЗ остается в пределах значений санитарных норм. По всем загрязняющим веществам и группам суммаций вредного воздействия превышения нормативов ПДК не наблюдается.

Таким образом, анализ результатов свидетельствует, что по всем ингредиентам выбросов превышения нормативов ПДК не наблюдается. Приземные концентрации всех выбрасываемых загрязняющих веществ на границе СЗЗ составляют менее 1 доли ПДК

Для снижения выбросов загрязняющих веществ на предприятии выполняются следующие мероприятия:

- В качестве взрывчатых веществ для взрывания скважин предусмотрены эмульсионные взрывчатые вещества. При проведении взрывных работ в подземном руднике в качестве способа пылегазоподавления применяется гидрообеспыливание с эффективностью очистки 90%.

- Рассеивание вредных выбросов шахтного воздуха из подземных выработок, создание эффективной схемы проветривания и автоматизированной системы контроля и управления вентиляцией. Подача свежего воздуха. Организация устойчивой вентиляции в забоях с помощью вентиляторов местного проветривания.

- Использование оросительных и аспирационных установок для газо – и пылеподавления в выбрасываемой в атмосферу исходящей струе рудничного воздуха.

- Обеспечение при подземных взрывах оптимальных условий проветривания подачей свежего воздуха.

- Бурение скважин с применением пылеподавления водо– воздушной смесью. Эффективность пылеподавления составляет 95 – 97%. Дополнительными мероприятиями по снижению запыленности являются: применение промывных коронок с 2-мя и более промывочными отверстиями; увлажнение материала при бурении.

- При транспортировке руды и породы используется техника, все дизельные двигатели которой оснащены каталитическими нейтрализаторами. Все погрузо– доставочные машины приняты с электроприводами. Предусматривается так же орошение погрузо – разгрузочных работ.

- Сквозное проветривание погрузо – доставочных выработок и выработок с вибропитателями при скорости движения воздушной струи $< 0,5$ м/с;

- Периодический смыв пыли в рабочей зоне с поверхности выработок и оборудования при подаче воды 1 – 2 л/м².

- Орошение с целью пылеподавления и нейтрализации продуктов взрывных работ при подготовке проходческого забоя к бурению.

- Орошение отвалов, дорог в теплое время года.

Основными причинами возникновения аварийных ситуаций являются нарушения технологических процессов на промышленных предприятиях, технические ошибки обслуживающего персонала, нарушения противопожарных правил и правил техники безопасности, отключение систем энергоснабжения, водоснабжения и водоотведения, стихийные бедствия, террористические акты и т.п. [4]

Существующая система автоматизации на Кировском руднике предусматривает блокировку технологического оборудования, тем самым, сводя к минимуму последствия возникшей аварийной ситуации.

Кировский рудник является действующим предприятием, и за время его эксплуатации выявился ряд факторов, определяющих возможность возникновения на его объектах чрезвычайных ситуаций. К основным из них следует отнести:

- опасность горных ударов на эксплуатируемых горизонтах;
- опасность самопроизвольной инициации ВВ при подготовке массового взрыва при системе этажной добычи руды на нагорных горизонтах;
- опасность затопления существующих и проектируемых горизонтов рудника;
- опасность возникновения пожаров в горных выработках;
- опасность схода снежных лавин на промплощадку рудника. *Опасность горных ударов*

Предусмотрены мероприятия по прогнозированию и профилактике горных ударов, которые обеспечивают служба рудника, Центр геодезического мониторинга и ГоИ КНЦ РАН. При установлении категории «опасно» все горные работы в определенной зоне прекращаются и производятся мероприятия по приведению объектов в неудароопасное состояние.

Для проведения мероприятий по прогнозу удароопасности проектом предусматривается строительство на новых горизонтах и оснащение контрольно – измерительной станции и сейсмопавильонов.

В соответствии с «Указаниями по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных к горным ударам» и «Временными указаниями по приведению выработок в неудароопасное состояние методом бурения разгрузочных скважин и шпуров на рудниках АО «Апатит» принят ряд технических решений, обеспечивающих профилактику горных ударов.

Аварийные ситуации на гидротехническом сооружении на озере Большой Вудъявр могут быть связаны с проседанием (размывом) рассеивающей дамбы отстойника с вытеканием сточных вод.

Возможными причинами аварийных ситуаций в отстойнике, приводящими к разрушению дамбы, могут являться:

- воздействия природного характера (ливневые дождевые осадки, ветровые волны и т.п.);
- отсутствие контроля за балансом воды в отстойнике;
- недостаточный контроль за эксплуатацией;
- усиленная фильтрация, сопровождающаяся выносом частиц грунта;
- перелив отстойника в результате подъема уровня воды.

Проявление возможных аварийных ситуаций на рассеивающей дамбе также возможно вследствие размыва тела дамбы в результате подъема уровня воды и перелива ее через гребень и возникновения трещин и просадок в гребне в откосах дамбы.

Отрицательное воздействие на водные биоресурсы в случае проявления аварийной ситуации будет проявляться вследствие загрязнения водоема сточными водами апатитонепелинового производства.

Контроль за состоянием ограждающих дамб, должна осуществлять маркшейдерская служба предприятия.

Для безопасной эксплуатации отстойников необходимо:

- поддержание предусмотренного проектом уровня воды и в случае его превышения, излишки воды сбрасывать через водовыпуск;
- проведение систематического контроля маркшейдерской и эксплуатационной службами за состоянием дамб и водосбросных сооружений;
- своевременное выполнение ремонтных работ трубопроводов шахтного водоотлива.

В случае нарушения целостности трубопроводов шахтного водоотлива, используются резервные насосы, обеспечивающих откачку в случае поступления воды в горные выработки с последующим отведением в существующие системы отвода и очистки шахтных вод.

Стихийные бедствия, которые могут иметь место в районе расположения рудника (выпадение повышенного количества осадков, возникновение ураганов, чрезмерно низких температур) какого – либо существенного влияния на работу трубопроводов шахтного водоотлива, отстойников и их технического состояния оказать не могут.

Землетрясение. оказывает сейсмическое воздействие на объекты. Мероприятия по предотвращению последствий:

- своевременное оповещение и вывод техники и трудящихся из опасных зон (забои, места разгрузки на отвалах пустых пород и т.д.).

Сильный ветер. Характер действия – ветровая нагрузка, аэродинамическое давление. Мероприятия по предотвращению последствий:

- своевременное оповещение;
- приостановка работ, отключение электроэнергии (при необходимости).

Сильные осадки, продолжительный дождь. Характер действия – затопление территории. Мероприятия по предотвращению последствий:

- при необходимости временная приостановка работ;
- вывод людей из зоны затопления.

Снегопад. Метель. Характер действия – снежные заносы, снеговая нагрузка, ветровая нагрузка. Мероприятия по предотвращению последствий:

- применение оборудования, соответствующего климатической зоне;
- контроль за сходом снежных лавин;
- временная приостановка работ;

Гололед. Характер действия – гололедная нагрузка, вибрация. Мероприятия по предотвращению последствий:

- применение оборудования с учетом нагрузок;
- обработка дорог песчаной смесью.

Сильные морозы (ниже минус 40⁰С). Характер действия – снижение прочности материалов, ограничение работ. Мероприятия по предотвращению последствий:

— применение оборудования, работающего на поверхности, с учетом расчетной температуры. На оборудование, работающее в подземных горных выработках, сильные морозы не окажут влияния.

Туман. Характер действия – снижение видимости. Мероприятия по предотвращению последствий:

— временная приостановка работ на поверхности, на работы, производимые в подземных горных выработках, туман не окажет какого – либо влияния.

Гроза. Характер действия – электрический удар. Мероприятия по предотвращению последствий:

- заземление оборудования;
- молниезащита.

Пожар. Характер действия – нагрев тепловым потоком, тепловой удар, загазованность и задымление атмосферы. Мероприятия по предотвращению последствий:

— оснащение оборудования противопожарным инвентарем и индивидуальными средствами защиты;

— остановка работ до полной ликвидации пожаров.

Противоаварийные мероприятия тесно связаны с соблюдением норм, правил по охране труда и технике безопасности. К мероприятиям по снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций и уменьшения негативных последствий сводятся к:

- определению перечня особо опасных производств;
- определение зон действия основных поражающих факторов при авариях;
- решения по исключению разгерметизации оборудования и предупреждению аварийных выбросов опасных веществ;
- решения по обеспечению взрыво – пожаро– безопасности;
- сведения о наличии и системе контроля радиационной, химической обстановке, обнаружения взрывоопасных ситуаций;
- решения, направленные на предупреждения развития аварий и локализации выбросов и сбросов опасных веществ;
- сведения о наличии и характеристиках систем автоматического регулирования, блокировок, сигнализации, а также безаварийной остановке технологического процесса;
- решения по обеспечению беспрепятственной эвакуации людей с территории объекта.

В целях снижения негативного влияния образующихся отходов производства и потребления на состояние окружающей среды необходимо:

— лампы ртутные, ртутно – кварцевые, люминесцентные после замены собирать в картонные коробки от заводской упаковки и передавать на промплощадку Объединенного Кировского рудника для накопления и передачи на демеркуризацию лицензированному предприятию;

— твердые бытовые отходы собирать в металлические контейнеры закрытого типа, установленные на площадках с усовершенствованным покрытием и по мере накопления

вывозить на полигон ТБО (периодичность вывоза данных отходов определяется СанПиН 42–128–4690–88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест»);

— пустые породы складировать в отвал;

применение современных ремонтных, расходных, строительных и других материалов, отвечающих санитарно – гигиеническим и экологическим нормативам; введение запрета на открытое складирование и сжигание строительного мусора; накопление отходов на специально организованных местах в металлических контейнерах с крышками, исключающих контакт отходов с почвой и атмосферным воздухом; контролировать объем предельного накопления отходов на местах временного накопления отходов;

устройство твердого покрытия мест временного накопления отходов; оборудование под стационарными механизмами (сварочные дизельные агрегаты, дизельные компрессоры передвижные и др.) специальных поддонов, исключающих попадание топлива и масел в грунт.

В связи выше изложенным, можно сделать вывод, что намечаемые горные работы исключают возможность экологически значимых аварий при эксплуатации Кировского рудника. Воздействие на окружающую среду при аварийных ситуациях на руднике будет сведено к минимуму.

Отходы, образующиеся при проведении строительных работ в подземных выработках рудника, транспортируются в существующие места временного накопления отходов по окончании каждой рабочей смены.

Сбор и временное накопление отходов производства и потребления осуществляется централизованно в специально отведенных местах в закрытой герметичной таре на площадках с твердым покрытием, что исключает возможность вредного воздействия на окружающую природную среду.

Оборудование мест временного накопления отходов проведено с учетом класса опасности, физико – химических свойств, реакционной способности образующихся отходов, а так же с учетом требований соответствующих ГОСТов, СНиП и СанПиН.

Специальные мероприятия по снижению негативного влияния отходов производства и потребления на состояние окружающей природной среды не требуются.

При соблюдении правил сбора, накопления и транспортировки отходов производства и потребления возможность нанесения ущерба окружающей природной среде исключается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вировлянский Г.М. Особенности размещения апатитовых руд в Хибинских месторождениях и их значение для поисков в других массивах. В сборнике «Апатиты». / Вировлянский Г.М – М.: Изд– во «Наука», 1968.
2. Зак С.И. Хибинский щелочной массив. / Зак С.И., Каменев Е.А., Минаков Ф.В. и др – Л.: Изд– во «Недра», 1972.
3. Климентов П.П. Гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых. / Климентов П.П., Сыроватко М.В. – М.: Изд– во «Недра», 1966.
4. Трофимов В.Т. Геологическое пространство как экологический ресурс и его трансформация под влиянием техногенеза / В.Т. Трофимов, Н.Д. Хачинская, Л.А. Цуканова, Н.Н. Юров, В.А. Королев. – М.: Изд– во «Академическая наука» – Геомаркетинг, 2014, 566 с.
5. Отчёт по объекту: «Пересчет запасов апатит– нефелиновых руд месторождений Кукисвумчорр и Юкспор по новым кондициям» – Апатиты: МГРЭ, 2015. – 141 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗОНАХ РАЗЛОМОВ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Кузьмин Д. К., e-mail: dimak1292@mail.ru

Институт Физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, Москва

Аннотация: Современная геодинамика большинства разломов в различных регионах проявляются локальными оседаниями земной поверхности и являются раздвиговыми [6, 3]. Известно, что наблюдаемая кинематика локальных аномалий земной поверхности в зонах раздвиговых разломов описывается дислокационной и параметрической (индуцированной) моделями [5, 9]. В работе сделан сравнительный анализ формирования локальных напряжений при использовании этих двух моделей. По результатам анализа перечислены факторы, во многом определяющие характеристики этих моделей и сделан вывод, что наиболее адекватной моделью, соответствующей всему комплексу имеющейся информации, является параметрическая модель.

Ключевые слова: Разлом, раздвиг, локальные напряжения; деформации; дислокация; параметрическая модель; геодинамическая опасность

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODELS OF LOCAL STRESS FORMATION IN FAULT ZONES OF OIL AND GAS BEARING REGIONS

D. K. Kuzmin, e-mail: dimak1292@mail.ru

Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow

Abstract: most of the faults in various Regions are manifested by local subsidence of the earth's surface and are tensile faults. A review of models of deformation activity of faults is given and it is revealed that analytical curves describing the "tensile" type are observed in the dislocation and parametric (induction) theories. The paper presents a comparative analysis of the formation of local stresses using these two models. Based on the results of the analysis, the factors that largely determine the characteristics of these models are listed.

Keywords: Fault; tensile; local stresses; deformations; dislocation; parametric model; geodynamic risks

На сегодняшний день, в ряде работ [1,5] определено, что в современных активных разломах происходят деформации со скоростями не менее 10^{-5} в год. Как известно, особо ответственные сооружения проектируются на период 50 – 100 лет. В таком случае за период эксплуатации объектов деформационные процессы способны превысить нормативный уровень 10^{-3} , и разлом приобретает статус «опасный». Поэтому выявление степени деформационной активности разломных зон входит в главные задачи по обеспечению промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса.

В работах [3, 9,6] показано, что по многочисленным натурным данным, полученным на месторождениях нефти и газа, подавляющее большинство аномальных деформаций разломных зон – это локальные «пикообразные» оседания земной поверхности, характерные для кинематики раздвиговых разломов.

При учете влияния зон активных тектонических разломов на магистральные трубопроводы полагается, что все выявленные тектонические нарушения являются опасными в равной степени [10]. Модель разломной зоны, придерживаясь терминологии физики твердого тела, представляет собой неоднородность (область среды, в которой жесткость отличается от вмещающей среды). В этом смысле область с отличающейся, часто уменьшенной жесткостью горных пород находится в поле квазистатических внешних напряжений [1,5,6]. В работе [5] показано, что внутренними параметрами среды могут быть не только параметры жесткости

среды, но и пороупругие параметры и, в частности, локальное изменение порового давления во флюидонасыщенной среде разлома.

Известно, что и напряжения, и деформации являются отражением двух основных форм (силовой и кинематической) единого процесса – движения [10, 11]. Поэтому для полного описания современной геодинамики разломных зон необходимо построение количественных моделей, описывающих напряженно– деформированное состояние с обеих точек зрения.

В работе [4] была предложена аналитическая модель для расчета локальных напряжений в окрестности прямоугольного включения имитирующего разломную зону. Полученное в этой работе выражение условно можно разделить на две составляющие (1).

$$\sigma = \Phi \cdot \Gamma \quad (1)$$

где Γ – часть формулы, содержащая в себе геометрические параметры разломной зоны;

Φ – сомножитель включающий в себя физические параметры (2).

$$\Phi = \frac{\alpha(1-2\nu)\Delta P}{2\pi(1-\nu)} \quad (2)$$

α – коэффициент Био, ν – коэффициент Пуассона, ΔP – изменение порового давления во флюидонасыщенной среде разлома.

Располагая данными о геометрических параметрах разломной зоны, а также значением изменения порового давления и жесткостными свойствами горных пород в его окрестности, модель позволяет рассчитать распределения вертикальных, горизонтальных и касательных напряжений на любом расстоянии от центра разлома. Так, например, для разлома одного из месторождений Татарстана построены локальные напряжения (рис.1) по следующим данным: ширина разломной зоны 250 м.; глубина до верхней кромки разлома 33 м.; глубина до нижней кромки 470 м.; $\alpha \approx 1$; $\nu = 0.25$; $\Delta P = 1$ МПа.

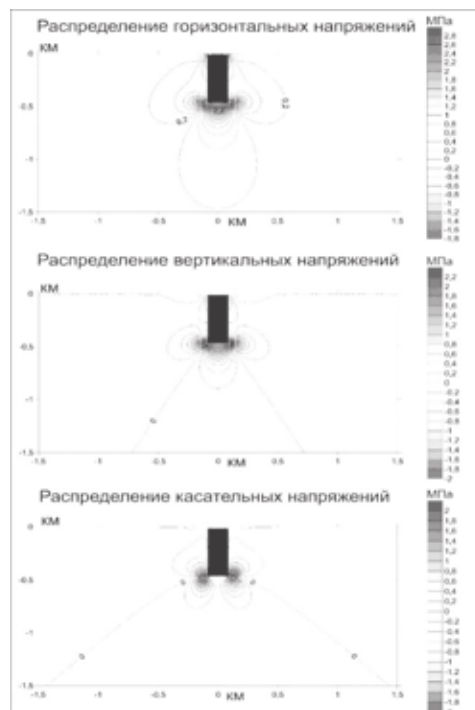


Рис.1.–Распределение локальных напряжений в окрестности разломной зоны.

На рисунке черным прямоугольником в масштабе изображена модель разлома. Максимальные напряжения 2 – 3 МПа., сосредоточены на глубине нижней кромки 470– 500 м. На расстоянии 200 м. от центра разлома значения напряжений приближаются к нулю.

Горизонтальные напряжения незначительно больше вертикальных, при этом все они имеют значения одного порядка с $\sigma = 1$ МПа (поровым давлением во флюидонасыщенной среде разлома). Эта аналитическая модель получила название – параметрическая, или индуцированная. Индуцировать деформационные процессы в этой модели можно малыми воздействиями на разломную зону (вариациями порового давления ΔP), которая изначально нагружена тектоническими и гравитационными напряжениями. Она также применяется при расчете смещений и деформаций земной поверхности. Следует отметить, что в исследованиях по оценке напряженно – деформированного тела, первичным является движение, в данном случае – в современной геодинамике недр это вертикальные и горизонтальные смещения земной поверхности. Поэтому, сравнивая данную модель с другими, следует также сопоставлять и смещения (рис.2).

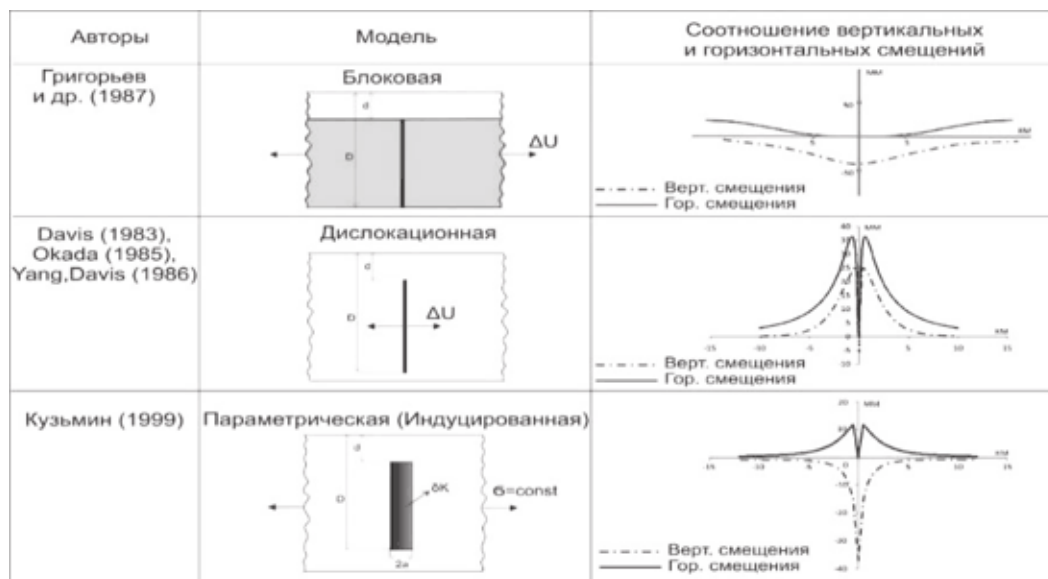


Рис.2.—Сопоставление вертикальных и горизонтальных смещений в моделях раздвиговых разломов. На рис.2 видно, что локальные «пикеобразные» оседания, схожие с многочисленными результатами полевых измерений, показывают кривые вертикальных смещений двух моделей. Разница между ними в том, что в дислокационном подходе это оседание происходит на фоне общего поднятия, по амплитуде соизмеримого с оседанием. Очевидно, недостатком этой модели служит отсутствие толщины, и, поэтому, применение их в задачах современной геодинамики разломов крайне проблематично. Чтобы окончательно убедиться в этом, в работе проделан сравнительный анализ распределения локальных напряжений от этой модели, с напряжениями, построенными с помощью параметрической модели. Одну из наиболее содержательных работ на эту тему опубликовала группа индийских ученых[12]. В работе получена функция напряжений Эйри для длинного растяжимого разлома произвольной глубины и бесконечно малой ширины, погруженного в однородное, изотропное, идеально упругое полупространство с жесткой границей. Как и на примере параметрической модели, если условно разложить формулы Сингха с соавторами на геометрическую и физическую составляющие, то в первой части на решение будет оказывать влияние выбор значений глубины нижней и верхней кромки разлома. Физическая жесоставляющая в данной работе представлена следующим образом:

$$\Phi = \frac{\mu \Delta U}{2\pi(1-\nu)} \quad (3)$$

В формуле (3) числитель отличается от числителя в формуле (2) параметрической модели. Здесь смещение ΔU задано от внутреннего источника (дислокации); μ – коэффициент жесткости. При расчете данные параметры были следующими: $\mu = 10^4$ МПа; $\Delta U = 20$ см.

Результаты распределения локальных напряжений в дислокационной модели представлены на рис.3. Характер распределения горизонтальных напряжений похож на рисунок при параметрической модели, максимумы также наблюдаются на глубинах верхней и нижней кромок включения. Значения здесь больше, на границах они достигают величин 10 МПа. Максимальные вертикальные напряжения сконцентрированы вдоль всей дислокационной линии и также имеют значения порядка 10 МПа., за исключением области белого цвета (об этих областях, в том числе имеющих на рисунке касательных напряжений будет описано ниже).

При сравнительном анализе рис.1 и рис.3 можно выделить несколько определяющих факторов:

1) Сходство в том, что в обоих случаях максимальные горизонтальные напряжения сконцентрированы на границах разлома по глубине.

2) Значения напряжений от параметрической модели в 3 – 5 раз меньше значений напряжений дислокационной модели, что объясняется особенностью последней, в частности отсутствием толщины разлома.

3) Стоит обратить внимание на белый цвет в распределении вертикальных и касательных напряжений на рис.3. Эти области скрыты на цветовой инфографике по причине того, что в них имелись аномальные значения напряжений порядков 10^3 – 10^4 МПа., в то время как в параметрической модели значения локальных напряжений соизмеримы с поровым давлением. Этот фактор указывает на необъяснимые особенности дислокационной модели.

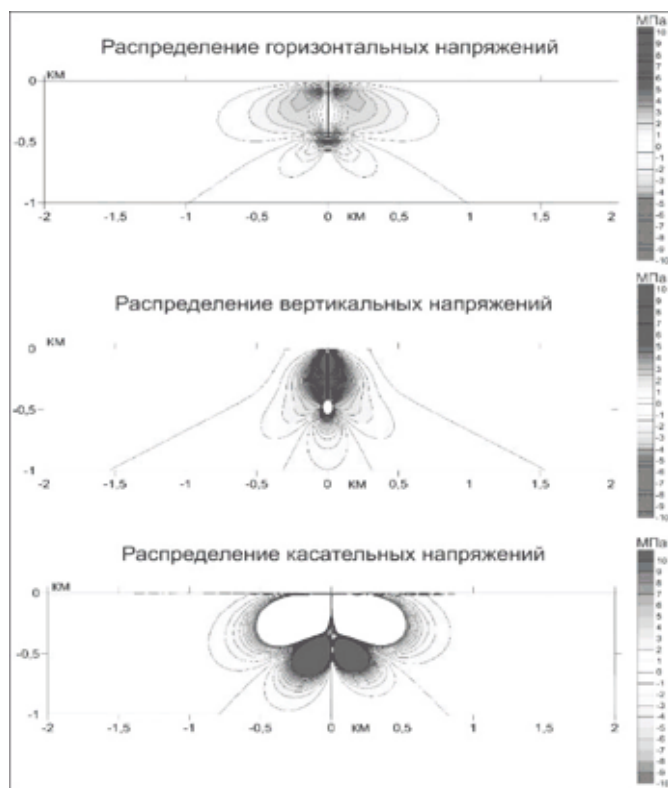


Рис.3–Распределение локальных напряжений. (Дислокационная модель).

Очевидно, для решения задач геодинамики раздвиговых разломов, из всех аналитических моделей для вычислений смещений, деформаций, а также вертикальных,

горизонтальных и касательных напряжений, наиболее адекватные, а самое главное, соизмеримые с реальными полевыми измерениями результаты дает параметрическая (индуцированная) модель. На примере решения обратных задач в работах [2,7,8] она неоднократно себя зарекомендовала наиболее точной в прогнозах геодинамической опасности нефтегазового комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика разломов и эколого– промышленная безопасность объектов нефтегазового комплекса // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2007. №1. С. 33– 41.
2. Абрамян Г.О., Кузьмин Д.К. Моделирование градиентов смещений земной поверхности на разрабатываемых месторождениях нефти и газа. // Маркшейдерский вестник. 2019. № 5. С. 56 – 62.
3. Кузьмин Ю, О. Современная геодинамика: от движений земной коры до мониторинга ответственных объектов / Ю.О. Кузьмин // Физика Земли. – 2019.а – № 1. – С. 78 – 103.
4. Кузьмин Ю. О. Современная аномальная геодинамика недр, индуцированная малыми природно– техногенными воздействиями // Горный информационно– аналитический бюллетень (научно– технический журнал). 2002б. №9. С. 48– 54.
5. Кузьмин Ю.О. Индуцированные деформации разломных зон // Физика Земли. 2019б. №5. С. 61– 75.
6. Сидоров В.А., Кузьмин Ю.О. Пространственно– временные характеристики современной динамики геофизической среды сейсмоактивных и асейсмичных областей // В кн. «Дискретные свойства геофизической среды». М: Наука. 1989. С. 33 – 46.
7. KuzminYu.O. et al. Inclino-metric observations at the Korchagin deposit // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, 2018, Vol. 54, No. 8, pp. 932–940.
8. Абрамян Г.О., Кузьмин Д.К., Кузьмин Ю.О. Решение обратных задач современной геодинамики недр на месторождениях углеводородов и подземных хранилищах газа // Маркшейдерский вестник. 2018. № 4. С. 52 – 61.
9. Кузьмин Д.К. Сопоставление моделей деформационной активности раздвиговых разломов с результатами геодинамического мониторинга объектов нефтегазового комплекса // Проблемы недропользования. 2019. №4. С. 18 – 27.
10. Кузьмин Ю.О. Современная аномальная геодинамика асейсмичных разломных зон // Вестник отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук Российской академии наук. 2002. № 1. С. 1– 27.
11. Кузьмин Ю.О. Тектонофизика и современная геодинамика // Физика Земли, 2009, №11, С. 44 – 60.
12. Jagdish Singhet al. Deformation of a uniform half– space with rigid boundary due to a long tensile fault // ISET Journal of Earthquake Technology, 2011, Vol. 48, No. 1, pp. 1–10

УДК 551. 24, 551. 243, 550. 342

СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА РАЗЛОМОВ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГО– ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Кузьмин Ю. О. kuzmin@ifz.ru

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

Аннотация: Приведены основные характеристики современной геодинамики разломных зон и показано, что интенсивность и масштабы распространения аномальной деформационной активности приводят к представлениям о новом типе экологической опасности – эколого–

геодинамической опасности объектов нефтегазового комплекса. Эта опасность формируется в двух формах: экологической и эколого– промышленной. В первом случае опасность формируется за счет выхода агрессивных флюидов и радиоактивных эманаций непосредственно из области активизированных разломов по зонам повышенной проницаемости. Во втором, за счет аварийности скважин и трубопроводных систем и последующего негативного экологического воздействия продуктов бурения и транспортировки на окружающую среду. Приведены примеры повышенного уровня эколого– промышленного риска объектов нефтегазового комплекса, которые сосредоточены в зонах опасных разломов.

Ключевые слова: современная геодинамика, деформационные процессы, эколого– промышленная безопасность, месторождения нефти и газа, опасный разлом, скважины, трубопроводы.

RECENT GEODYNAMICS OF FAULTS AND SUPPORT ENVIRONMENTAL AND INDUSTRIAL SAFETY OF OIL AND GAS FACILITIES

Yu. O. Kuzmin kuzmin@ifz.ru

Institute of Earth Physics named O.Yu. Schmidt RAS, Moscow, Russia

Abstract: The main characteristics of recent geodynamics of fault zones are given and it is shown that the intensity and scale of the spread of anomalous deformational activity lead to ideas about a new type of environmental hazard – the ecological and geodynamic hazard of oil and gas facilities. This danger is formed in two forms: ecological and ecological– industrial. In the first case, the danger is formed due to the release of aggressive fluids and radioactive emanations directly from the area of activated faults along the zones of increased permeability. In the second, due to the accident rate of wells and pipeline systems and the subsequent negative environmental impact of drilling and transportation products on the environment. Examples of an increased level of environmental and industrial risk of oil and gas facilities, which are concentrated in hazardous fault zones, are given.

Key words: *recent geodynamics, deformation processes, environmental and industrial safety, oil and gas fields, dangerous fault, wells, pipelines.*

За последние 30 лет были получен огромный массив данных о современном геодинамическом состоянии недр нефтегазоносных регионов, расположенных, как в сейсмоактивных, так и в асейсмичных регионах [1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12]. Эти результаты были получены на геодинамических полигонах различного назначения. Эти работы были начаты в семидесятых годах прошлого века, когда Министерством нефтяной промышленности СССР была реализована программы изучения современных движений земной коры в нефтегазоносных осадочных бассейнах. Основная цель этих работ заключалась в использовании геодинамических наблюдений при изучении особенностей геологического строения и оценки нефтегазоносности выбранных объектов. В качестве таких объектов были использованы территории ряда нефтегазоносных бассейнов Русской платформы, Западно – Сибирской плиты, предгорных и межгорных прогибов складчатых областей [10, 11]. Основные характеристики измерительных систем (густота реперов, частота опроса и точность наблюдений) на геодинамических полигонах, расположенных в платформенных, асейсмичных районах, оказались одинаковыми с полигонными системами измерений, расположенными в орогенных, сейсмоактивных областях. Это позволяет провести сравнительный анализ современной геодинамической активности земных недр, полученных одинаковыми системами наблюдений, находящимися в наиболее контрастных в геодинамическом отношении областях. В результате анализа результатов, были сформулированы следующие эмпирические обобщения.

1. Выявлены интенсивные локальные аномалии вертикальных и горизонтальных движений земной поверхности, приуроченные к зонам разломов различного типа и порядка. Эти движения высокоамплитудны (50 – 70 мм/год), короткопериодичны (0,1 – 1года),

пространственно локализованы (0,1 – 1км), обладают пульсационной и знакопеременной направленностью. Среднегодовые скорости относительных деформаций оказались очень высокими и составляют величины $2 - 7 \cdot 10^{-5}$ /год. Поэтому они были определены как суперинтенсивные деформации (СД) земной поверхности в зонах разломов.

2. Имеют место устойчивые типы локальных аномалий вертикальных движений земной поверхности в зонах разломов: локальный изгиб вниз (γ аномалия), региональный изгиб вверх (β аномалия) и вертикальный сдвиг (S аномалия). Горизонтальные размеры (L) γ – аномалий составляют 0,1– 2 км, S – аномалий 5– 10 км, а β – 10– 30 км.

3. Выявленные типы аномальных движений находятся в соответствии с региональными схемами напряженного состояния земной коры. Аномалии типа γ обнаруживаются во всех изученных регионах. Естественно, что относительная скорость деформаций у них существенно выше, чем у других типов аномалий, так как при соизмеримых амплитудах смещений их горизонтальные размеры имеют намного меньшую величину.

4. Основные пространственно – временные характеристики аномальных движений идентичны, как для сейсмоактивных, так и для асейсмичных разломных зон. Наиболее парадоксально то, что интенсивность деформационного процесса в разломах асейсмичных регионов оказалась выше, чем в сейсмоактивных.

Отмеченные закономерности были сформулированы в конце 20 века. Подавляющее большинство этих данных было получено по материалам повторного нивелирования (вертикальная компонента движений) вдоль профилей, которые пересекали разломные зоны. Это обусловлено тем, что нивелирные измерения более технологичны по сравнению с методами регистрации горизонтальных движений наземными методами и выполнены с гораздо большей точностью. Современные методы спутниковой геодезии, наоборот, имеют более высокую точность измерения горизонтальных смещений. Вертикальная компонента смещений измеряется практически на порядок хуже, чем при нивелировании. При этом, большие расстояния между пунктами ГНСС наблюдений не позволяют детально исследовать деформации в зонах разломов. Поэтому только нивелирный метод позволяет эффективно исследовать локальную пространственно – временную структуру современной динамики разломных зон. Так, к настоящему времени надежно выявлено 2042 «приразломных» аномалий вертикальных смещений земной поверхности различного типа. Оказалось, что подавляющее количество аномалий представлено локальными симметричными просадками земной поверхности в зонах разломов. То есть аномалиями типа γ (93%). Наименее распространенными типами аномалий оказались локальные сдвиговые смещения типа S (2%).

Повсеместный характер проявления этого типа аномалий демонстрируется на рис. 1, где в одинаковом масштабе представлены примеры γ аномалий для различных регионов. Примечательно, что морфология и интенсивность аномалий практически идентична, как для сейсмоактивных, так и для асейсмичных регионов. При детальном рассмотрении видно, что некоторые аномалии, например, для Пермского Приуралья и Предгорного Дагестана обладают более сложной морфологией.

В работе [6] этот вопрос был детально рассмотрен и введено понятие «смешанной» аномалии, которая обусловлена суперпозицией смещений от двух близко расположенных разломов. Следует отметить, что аномалии типа γ проявляются всюду, где есть высокоточные наблюдения с расстоянием между реперами не более 1 – 1.5 км. При этом, морфологические особенности аномалий (форма, амплитуда, ширина) практически не зависят от географических, климатических и грунтовых условий тех участков земной поверхности, где зафиксированы метеорологически значимые аномалии смещений.

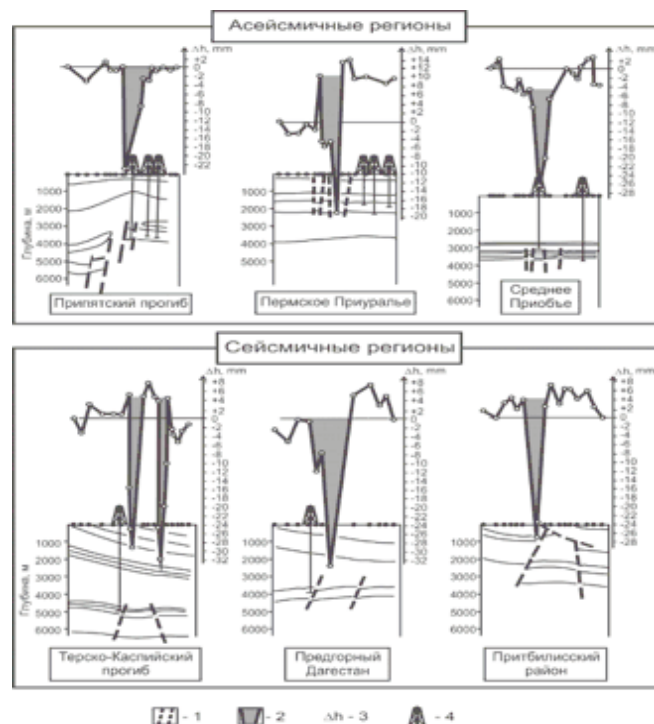


Рис. 1– Примеры локальных аномалий современных вертикальных движений земной поверхности типа для различных регионов. 1 – разрывные нарушения; 2 – аномалии вертикальных движений; 3 – амплитуды современных вертикальных смещений; 4 – скважины.

Они идентичны, как для скальных пород Копетдагского и Кавказского регионов, так и для болотистых и пустынных территорий Белоруссии, Западной Сибири, Казахстана, соответственно.

Экологические последствия (эколого–геодинамическая опасность) современной аномальной геодинамической активности разломных зон проявляются двумя путями. Первый – это, когда активизация разломных зон приводит к увеличению степени проницаемости среды разлома и способствует выходу на земную поверхность и в приповерхностный геологический разрез агрессивной флюидной среды и радиоактивных эманаций. Второй путь формирования экологических последствий формируется посредством возникновения аварийных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса (скважины, трубопроводные системы) и последующего экологического загрязнения окружающей природной среды. Поскольку аварийность объектов связана с обеспечением промышленной безопасности опасных производств, то отмеченный фактор экологической опасности можно идентифицировать, как эколого–промышленный.

При оценке геодинамической и/или сейсмической опасности особо ответственных объектов базовым элементом является понятие «активный разлом». Основные явления, изучаемые в современной геодинамике – это деформационные и сейсмические процессы, а также взаимосвязанные с ними вариации геофизических и флюидо – геохимических полей. Иногда сейсмичность относят к современной геодинамике. Это действительно так, поскольку сейсмичность это «быстрая» составляющая геодинамического процесса. Современные движения (деформации), естественно, относятся к «медленной» части спектра геодинамических явлений. Поэтому в последние годы, среди специалистов принято считать, что медленные движения следует именовать современной геодинамикой, а все связанное с землетрясениями, определять, как сейсмические процессы. Современная геодинамика активных разломов изучается, как в сейсмоактивных, так и в асейсмичных регионах. Однако, если в сейсмоактивных регионах выявленные разломы уже самим фактом своего существования представляют потенциальную активность или угрозу, то в платформенных, слабосейсмичных регионах это не является очевидным. Особенно это касается современных движений земной поверхности в зонах разломов. Стало очевидным, что

понятие «активный разлом» для геологов, геофизиков и геодезистов имеет принципиально разное значение. Более того, существуют различные определения активного разлома по отношению к периоду проявления его активности. В настоящее время вопрос о том, какие разломы считать активными в зависимости от длительности их активизации (10 тысяч лет, 100 тысяч лет или 1 миллион лет) остается дискуссионным. Ситуация осложняется тем, что исследователи, на интуитивном уровне, часто отождествляют понятия «активность» и «опасность». Если считать, что активный разлом – это зона, к которой приурочены очаги землетрясений или это область интенсивных косейсмических (постсейсмических) смещений, то эти два понятия становятся идентичными. Если иметь в виду медленные (крип) подвижки по разлому, то активный, для специалиста по геотектонике, разлом будет не опасным для специалиста по геотехническому мониторингу сооружений.

Для определения опасности разломов принципиально важным становится скорость относительных деформаций (например, среднегодовая) земной поверхности в их окрестности. Если эта скорость такова, что может достигнуть предельных значений деформаций, обозначенных в нормативных документах, за период эксплуатации сооружений, то такой разлом будет являться опасным. В большинстве нормативных документов предельно допустимые, за весь период эксплуатации сооружений, относительные деформации не должны превышать: горизонтальное сжатие или растяжение – 10^{-3} , наклон – $3 \cdot 10^{-3}$, неравномерность осадок земной поверхности – $6 \cdot 10^{-3}$ [7]. Эти величины относительных деформаций названы опасными. Очевидно, что если среднегодовые скорости относительных деформаций достигают величин порядка $5 \cdot 10^{-5}$ – 10^{-4} в год, то зоны разломов, в пределах которых они выявлены, представляют собой зоны повышенной геодинамической опасности, поскольку за период эксплуатации объекта (обычно 50 – 100 лет) уровень накопленной относительной деформации может достигнуть нормативных (опасных) значений. Поэтому, необходимо различать понятия «активный разлом» и «опасный разлом». «Активный разлом» характеризуется наличием аномальных, по сравнению с регулярными (фоновыми), движений. Эти аномальные движения могут и не являться опасными. *«Опасный разлом» – это зона линейной деструкции, в которой происходят современные короткопериодические (первые месяцы и годы) пульсационные и/или знакопеременные движения со скоростями относительных деформаций более, чем $5 \cdot 10^{-5}$ в год и землетрясения с $M \geq 5$.*

Таким образом, именно в зонах опасных разломов и формируются области повышенной эколого – промышленной опасности. Для иллюстрации на рис. 2 представлены результаты повторных нивелирных наблюдений на геодинамическом полигоне, организованном в пределах Ромашкинского месторождения нефти. Из рисунка видно, что в местах проявления локальных изгибов земной поверхности (аномалии γ типа) с максимумами в окрестности реперов № 184, № 9237 со среднегодовыми скоростями относительных деформаций порядка $6 \cdot 10^{-5}$ в год зафиксированы необратимые искривления скважин, что свидетельствует в пользу справедливости представлений о повышенном уровне эколого – промышленной опасности в этих зонах.

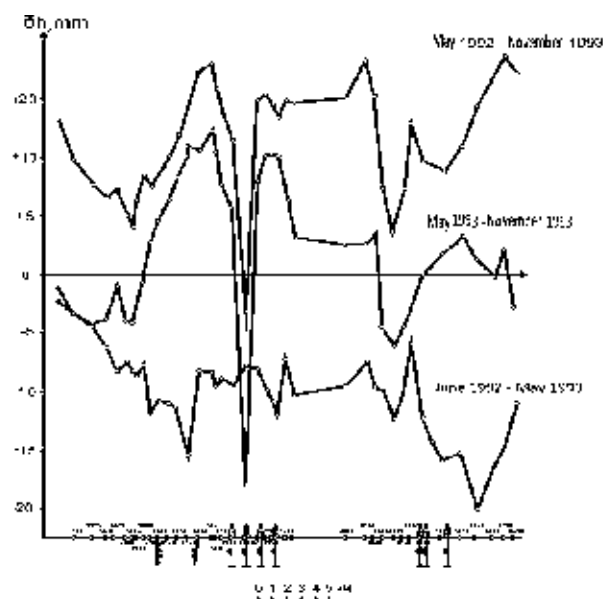


Рис. 2— Пример проявления аномальных, локальных деформаций изгиба, выявленных по результатам повторного нивелирования на Ромашкинском нефтяном месторождении. В нижней части показано местоположение реперов и аварийных скважин с необратимыми искривлениями стволов.

Этот подход был положен в основу создания «Карты геодинамической опасности недр Юго – Востока Татарстана» [12]. Именно для обеспечения эколого– промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса и создаются геодинамические полигоны на месторождениях УВ, которые регламентируются нормативными положениями Ростехнадзора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмин, Ю.О. Современная геодинамика разломных зон осадочных бассейнов и процессы подготовки землетрясений / Ю.О. Кузьмин // Прогноз землетрясений. – 1989. – №11. – С.52– 60.
2. Кузьмин, Ю.О. Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании / Ю. О. Кузьмин – М.: Агентство Экономических Новостей, 1999. – 220 с.
3. Кузьмин, Ю.О. Геодинамический риск объектов нефтегазового комплекса / Ю.О. Кузьмин // Российская Газовая Энциклопедия. – 2004. – С. 121– 124.
4. Кузьмин, Ю.О. Современная геодинамика разломов и эколого– промышленная безопасность объектов нефтегазового комплекса / Ю.О. Кузьмин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2007. – №1. – С. 33– 41.
5. Изюмов С. Ф. Исследование современных геодинамических процессов в Копетдагском регионе/ С. Ф. Изюмов, Ю. О. Кузьмин // Физика Земли. – 2014. – № 6. – С. 3– 16.
6. Кузьмин, Ю.О. Современная геодинамика системы разломов / Ю.О. Кузьмин // Физика Земли. – 2015. – №4. – С. 25– 30.
7. Кузьмин, Ю.О. Современная геодинамика опасных разломов / Ю.О. Кузьмин // Физика Земли. – 2016. – №5. – С. 87– 101.
8. Кузьмин, Ю. О. Современная геодинамика: от движений земной коры до мониторинга ответственных объектов / Ю.О. Кузьмин // Физика Земли. – 2019. – № 1. – С. 78 – 103.
9. Кузьмин, Ю. О. Индуцированные деформации разломных зон / Ю.О. Кузьмин // Физика Земли. – 2019. – №5. – С. 61 – 75.
10. Сидоров, В.А. Современные движения земной коры осадочных бассейнов / В. А. Сидоров, Ю. О. Кузьмин. М.: «Наука», 1989. – 189 с.
11. Сидоров, В.А. Современная геодинамика и нефтегазоносность / В. А. Сидоров и др. М.: «Наука», 1989. – 200 с.

12. Хисамов, Р.С. Современная геодинамика и сейсмичность Юго– Востока Татарстана / Р.С. Хисамов и др. Казань: «Фэн», 2012. – 240 с.

УДК 504.054

ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ларионова Н.А.Е– mail: nin.larionowa@yandex.ru

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

Аннотация. В статье рассматривается влияние угольной промышленности на загрязнение всех компонентов окружающей среды. Приводится состав шахтных вод, поверхностных стоков и водорастворимых компонентов грунтов с отвалов различных шахт бассейна. Подчеркнуто, что отвалы вскрышных пород, шахтные воды и поверхностные стоки являются источниками загрязнения почв, поверхностных и подземных вод. Интенсивность их воздействия зависит от состава вскрышных пород и давности отсыпки отвалов.

Ключевые слова: отвалы, вскрышные породы, шахтные воды, окружающая среда, загрязнение, почвы, поверхностные стоки.

TECHNOGENIC IMPACT OF THE COAL INDUSTRY TO ENVIRONMENTAL COMPONENTS

N.A. Larionova E– mail: nin.larionowa@yandex.ru

Lomonosov Moscow State University. Moscow, Russia

Abstract. The article examines the impact of the coal industry on the pollution of all components of the environment. The composition of mine waters, surface runoff and water– soluble soil components from the dumps of various mines of the basin is given. It was emphasized that overburden dumps, mine waters and surface runoff are sources of soil, surface and groundwater pollution. The intensity of their impact depends on the composition of the overburden and the age of dumping.

Key words: dumps, overburden, waste, environment, pollution, atmosphere, soils, runoff.

Угледобывающая промышленность как одна из ведущих отраслей оказывает значительное техногенное воздействие на все компоненты окружающей среды. Если в 1998 – 2000 гг. отмечался спад в ее деятельности, то в настоящее время происходит наращивание мощностей предприятий, увеличиваются объемы добываемого угля для потребления в стране и на поставку на экспорт. В связи с этим проблема воздействия на окружающую среду со временем только усугубляется. Значительное влияние угольной промышленности на окружающую среду связано со многими факторами.

Для размещения угледобывающих предприятий изымаются большие площади земель, кроме этого при добыче угля и его обогащении образуется большой объем отходов, для складирования и хранения которых также необходимы выделяемые участки земли. При этом территории, где расположены эти предприятия, испытывают значительное техногенное воздействие. Основное загрязнение атмосферы угледобывающими предприятиями происходит при добыче угля. Освобождающийся из пластов газ – метан вместе с угольной пылью выбрасывается в атмосферу. Вместе с тем вклад угольной отрасли по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, по сравнению с другими видами промышленности, не превышает 4,5 – 5,0% от всех промышленных выбросов в РФ в целом. В выбросах наряду с твердыми веществами, оксидом углерода, диоксидом серы и оксидами азота содержатся сероводород,

фториды и другие вещества, оказывающие негативное влияние на состояние атмосферного воздуха в местах добычи угля.

Экологические проблемы при разработке угольных месторождений связаны с извлечением на поверхность значительных объемов подземных вод, что способствует изменению гидрологического режима поверхностных и подземных вод, водные ресурсы истощаются. Поступление шахтных вод, недостаточно очищенных, в местную гидросеть приводит к изменению химического состава поверхностных вод. Химический состав шахтных вод изменяется в широких пределах в зависимости от угольных бассейнов, месторождений, районов и зависит от состава углей и вмещающих пород. Содержание взвешенных веществ колеблется от 16 мг/л до 3000 мг/л, достигая в некоторых случаях 10,0 – 20,0 г/л. Их минерализация изменяется от 200 мг/л до 5,0 г/л, а для некоторых предприятий может достигать 5,0 – 10,0 г/л. Шахтные воды отличаются высоким содержанием сульфатов, железа и марганца. Для некоторых шахтных вод содержание железа в 5,0– 40,0 раз превышает ПДК. В некоторых шахтных водах обнаружено превышение предельно допустимой концентрации нитратов, фосфатов, сульфитов, свинца и цинка.

Химический состав вод природных водоемов в период функционирования предприятия и сброса шахтных вод изменяется: повышается их минерализация от 0,64 до 6,0 г/л, снижаются показатели рН до 2,5 – 3,0, увеличивается содержание сульфатов до 3,7 г/л, железа – до 0,9 г/л и алюминия – до 0,16 г/л, повышаются кислотность и жёсткость [2]. Воды водоемов приобретают железисто – сульфатный состав. Вода некоторых рек, в которые сбрасывались промышленные стоки, характеризуется как “грязная” или “очень грязная”. Сброс шахтных вод с вредными примесями в поверхностные воды непременно вызывает заиливание, засоление и закисление водоёмов. В результате поступления различных вредных компонентов в водоемах формируются специфические донные отложения, которые в свою очередь становятся вторичными источниками загрязнения. В таких условиях поверхностные воды утрачивают способность к самоочищению.

Свой вклад в загрязнение окружающей среды вносят и твердые промышленные отходы в виде вскрышных пород, складированных в отвалы. Кроме сокращения земельных площадей, выделяемых под отвалы, во многих регионах активизируются эрозионные процессы, отмечается образование депрессивных воронок. В результате поступления в почвы различных загрязнителей происходит изменение их состава, разрушение структуры и возможна деградация почв.

Угли многих месторождений отличаются по составу и свойствам, в том числе и по содержанию серы и микрокомпонентов. В частности, каменные угли Кизеловского бассейна гумусовые, плотные, характеризуются высокой зольностью (25,0 – 36,0%) и выходом летучих компонентов (36,0 – 47,0%), относятся к высокосернистым. Содержание серы в углях составляет 5,5 – 6,0%, иногда достигает 10,0%.

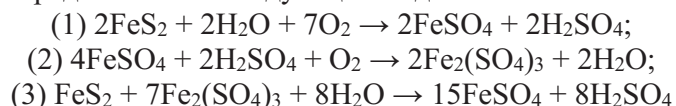
Большое количество вскрышных пород извлекается на поверхность и складировается в отвалы. При добыче каждой тысячи тонн угля шахтным способом на поверхность поступает в среднем около 100 – 115 м³ породы.

За счет проходки выработок образуется около 52,0 – 55,0% вскрышных пород. Они складированы вблизи стволов шахт в виде терриконов высотой до 60– 80 м и отвалов хребтовидной формы (92%), а также плоских отвалов (8,0%). Отвалы состоят на 60 – 80% из обломков аргиллитов, алевролитов 10,0 – 30,0%, песчаников 4,0– 10,0%, известняков до 6,0%. В их составе присутствуют включения угля (6,0 – 20,0%) и пирита до 7,0% [3]. Отвалы вскрышных пород, образующиеся при проходке и переработке угля, становятся вторичными источниками загрязнения окружающей среды. Даже после закрытия шахт они продолжают оказывать значительное техногенное воздействие на атмосферу за счет возгорания и пыления, на поверхностные и подземные воды, на почвы.

Загрязнение атмосферы токсичными газами происходит при горении отвалов, когда в воздух поступают соединения серы, оксиды углерода, канцерогенные углеводороды, сажа и другие токсичные компоненты. Их воздействие прослеживается на расстоянии 2,5– 3,0 км от

источника. Концентрации диоксида углерода и оксидов серы на расстоянии 300 м от горящего отвала могут достигать 125 мг/м³ и 1,65 мг/м³ соответственно. Максимальный уровень загрязнения отмечен в радиусе до 500 м [3].

Выведенные на дневную поверхность вскрышные породы претерпевают существенные изменения за счет протекающих физико – химических процессов. Под действием кислорода воздуха и атмосферных осадков породы подвергаются выветриванию. Для горнодобывающей промышленности, особенно связанной с разработкой сульфидных месторождений и угледобычей, характерна техногенная разновидность сернокислого выветривания. Породы, содержащие пирит, подвергаются окислению. Физико – химическая модель сернокислотного выветривания может быть представлена в следующем виде:



Считается, что реакция (1) осуществляется в основном чисто химическим путем. В сильноокислой среде с участием тионовых бактерий образуется сульфат окиси железа, который действует на пирит как сильный окислитель. В процессе окисления образуется большое количество свободной серной кислоты, обеспечивающей формирование сернокислых обстановок. В связи с этим воздействие продуктов окисления на породы отвалов вызывает специфический сернокислый гидролиз первичных минералов, их разложение и трансформацию. В результате протекающих процессов в породах отвалов накапливаются большое количество подвижных соединений и водорастворимых солей. Атмосферные осадки, взаимодействуя с породами отвалов, обогащаются растворимыми соединениями. Их содержание в значительной мере зависит от состава отложений, характера и интенсивности протекающих процессов окисления. Стоки с отвалов многих шахт характеризуются кислой реакцией среды (рН 1– 3), высокой концентрацией сульфат– иона (до 30 г/л), железа (до 8 г/л), тяжелых металлов и минерализацией (табл. 1).

Отвалы вскрышных пород даже после закрытия шахт остаются источниками загрязнения окружающей среды. Дождевые и талые воды, стекая по поверхности отвалов и фильтруясь через толщу пород, обогащаются геохимически активными продуктами выветривания, в том числе и водорастворимыми солями, преимущественно сульфатами. Присутствие водорастворимых солей зависит от климатических особенностей региона, давности отсыпки отвалов и места отбора проб (табл. 2). В составе стоков присутствуют и микроэлементы – Ni, Cu, Co, Mn.

Наибольшему воздействию атмосферных агентов подвергается поверхностная часть отвалов вскрышных пород. Общая минерализация формирующихся растворов зависит от состава вскрышных пород, в частности, содержания сульфидов, и времени их отсыпки. Ее величина определяется интенсивностью протекающих процессов. В отвалах старой отсыпки, породы которых в течение длительного времени подвергались выветриванию, в поверхностных слоях массива содержание водорастворимых солей в грунтах составляет 0,014– 0,041%. Для более “молодых” отвалов – минерализация высокая и достигает 1,36– 2,13%. Для всех отвалов вскрышных пород, содержащих пирит, характерным является повышение кислотности по глубине массива и, связанное с этим увеличение содержания водорастворимых солей и общей серы (табл. 3).

Таблица 1 – Содержание компонентов в стоках с отвалов шахт Кизеловского бассейна [2].

Место отбора	Содержание компонентов, мг/л							Минерализация
	pH	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	
1989– 1991								
ш. Ключевская	2,77	2065,3	160,3	60,8	497,5	40,0	3157,9	217,0
ш. Центральная	2,35	9905,6	248,5	253,3	—	0,0	874,9	11280,0
ш. Серова	1,79	29971,2	200,4	151,9	4203,5	302,0	7348,0	42283,4
2006								
ш. Таежная	2,75	3430,8	300,6	91,1	175,3	0,0	237,3	4635,6
ш. Гремячинская	2,44	2039,9	300,6	60,7	0,0	0,0	209,4	2862,1
ш. Усьва– 3	3,62	57,64	14,03	3,6	—	0,6	0,2	117,7
ш. им. 40 лет Октября	2,20	9968,3	460,9	182,9	364,2	575,8	1870,9	13600,5
ш. Шумихинская	1,99	26427,5	340,6	279,5	2091,0	1745,3	3351,0	34935,5
ш. Нагорная	2,70	12981,7	460,9	413,1	13335,5	97,7	363,0	16720,1
ш. Центральная	2,87	2781,9	140,2	85,0	267,1	0,0	96,3	3711,4
ш. Широковская	2,90	500,9	95,1	15,1	9,4	0,0	30,7	721,3
ш. Коспашская	2,39	5099,9	53,8	72,9	202,3	363,0	586,4	7047,7

Таблица 2 – Состав поверхностных стоков с поверхности отвалов шахт Кизеловского бассейна [1]

Показатели, компоненты, мг/л	Талый сток	Дождевой сток	Талый сток	Дождевой сток
	Шахта «Шумихинская»		Шахта «Широковская»	
pH	2,3 – 6,9	2,2 – 7,3	2,6 – 6,2	2,8 – 7,1
Взвешенные вещества	8,0 – 6510,0	8,0 – 324,0	8,0 – 1530,0	н/д
Сухой остаток	204,0 – 11500,0	195,0 – 18950,0	90,0 – 2150,0	410,0 – 128,0
Сульфаты	67,0 – 7600,0	20,0 – 15920,0	54,0 – 1550,0	265,0 – 790,0
Хлориды	2,0 – 50,0	3,0 – 49,0	9,0 – 20,0	8,0 – 12,0
Кальций	26,0 – 275,0	27,0 – 460,0	16,0 – 120,0	46,0 – 270,0
Магний	5,0 – 146,0	8,0 – 194,0	4,8 – 80,0	2,0 – 29,0
Железо (2+)	130,0 – 1005,0	50,0 – 265,0	0,0 – 44,0	Сл.
Железо (3+)	216,0 – 1731,0	482,0 – 3496,0	0,0 – 279,0	0,0 – 42,0
Алюминий	0,0 – 539,0	0,0 – 162,0	0,0 – 29,0	0,0 – 28,0

Таблица 3 – Изменение содержания компонентов в отвалах в зависимости от времени отсыпки пород (с сокращениями) [3]

Название шахты или № разреза. (Время после отсыпки пород, годы)	Глубина отбора, см	pH	S _{общ.} , %	Сухой остаток, %
Шахта “Григорий”; р. 528 (50 лет)	с поверхности	2,94	5,48	0,014
	0,0 – 10,0	3,32	4,81	0,028
	30,0 – 40,0	3,03	6,23	0,041
	180,0 – 200,0	1,56	6,86	2,38
Шахта “Жонес”; р. 519 (30 лет)	0,0 – 15,0	2,84	5,15	0,041
	50,0 – 60,0	2,51	5,72	0,89
	220,0 – 250,0	2,28	6,46	1,51
Шахта № 40; р. 504 (20 лет)	0,0 – 15,0	3,04	5,54	1,36
	15,0 – 30,0	2,00	6,12	2,13
Шахта № 32; р. 529 (10 лет)	0,0 – 20,0	2,08	5,21	1,78
Шахта № 38; р. 601 (5 лет)	с поверхности	2,02	5,54	2,13

Это подчеркивает, что в большей степени процессу выветривания подвержены породы верхних слоев массива отвалов, а общая минерализация пород отвалов и формирующихся за счет дождевых и талых вод поверхностных стоков зависит от возраста отвалов.

Минерализация фильтрационных вод и подотвальных стоков не зависит от времени отсыпки и может достигать 54,0 – 67,0 г/л. Поступление фильтрационных вод в подземные воды способствует их загрязнению и изменению химического состава. Воздействие агрессивных растворов приводит к растворению и трансформации первичных минералов, выносу растворимых соединений. Это способствует, в свою очередь, изменению состава и физико – механических свойств грунтов, в том числе повышению их фильтрационной способности.

С водными поверхностными стоками с отвалов в почвы поступает большое количество взвесей в виде дисперсных частиц и коллоидов, формируя, так называемые техногенно–геохимические наносы. Химический состав твердой части этих стоков достаточно разнообразен и изменяется во времени. В твердой части наносов кроме водорастворимых солей присутствуют различные микроэлементы, содержание которых также зависит от интенсивности протекающих процессов и времени воздействия атмосферных агентов на породы отвалов (табл. 4).

Наибольшее количество Fe, Mn, Cu и других микроэлементов характерно для участков, расположенных вблизи отвалов, где отмечается высокая кислотность (pH=1,5– 1,8) и значительная минерализация пород. В породах отвалов старой отсыпки и поверхностных стоках содержание микроэлементов уменьшается в 30 – 50 раз по сравнению с более “молодыми” отвалами, для которых содержание железа колеблется от 840 мг/л до 9600 мг/л.

Поверхностные стоки поступают в почвы и способствуют их загрязнению. Наиболее интенсивному воздействию подвергается поверхностный слой почв. Более крупные механические примеси задерживаются частицами почвы, а водорастворимые соединения и микроэлементы распространяются вниз по профилю. Накопление водорастворимых солей приводит к повышению величины сухого остатка до 0,22 – 0,76 г/л. При этом формируются техногенно– литохимические аномалии, отличающиеся высокой кислотностью (pH=2,3 – 3,8), повышенным содержанием железа (14,5 – 55,0%), алюминия (4,8 – 9,48%) и некоторых микроэлементов, в том числе и в подвижной форме (табл. 5).

Таблица 5 Химический состав техногенных литохимических потоков, поступающих почвы с отвалов вскрышных пород (с сокращением) [3]

Отвал шахты	Общее содержание					Подвижные формы				
	Fe	Al	Mn	Cu	Zn	Fe	Al	Mn	Cu	Zn
	%		n·10 ⁻³ , %			%		n·10 ⁻³ , %		
№ 38 (0– 25 см)	14,5– 55,0	4,8– 9,48	17,0–40,0	3,0–13,0	5,0–10,0	3,2– 39,6	0,12– 0,46	5,0– 23,0	0,7– 2,8	0,7– 2,8
Григорий (0– 30 см)	4,06– 5,20	6,52–11,6	30,0–50,0	4,0–5,0	8,0	0,95– 1,5	0,08– 0,75	2,4– 8,5	0,4– 2,4	1,3– 7,3

Примечание: в скобках указана глубина отбора проб

Поступление загрязненных стоков кислого состава в почвы существенно изменяет их состав. При этом степень и характер изменения зависят от времени отсыпки отвалов, в зоне влияния которых расположены почвы. Для верхних горизонтов профиля почв отмечается кислая реакция среды, высокие концентрации сульфатов железа и марганца. Изменяется поглощенный комплекс почв и состав обменных катионов. Увеличивается количество поглощенного алюминия и водорода. Наиболее низкими показателями pH= 2,4 – 2,8, повышенным содержанием серы (3,9 – 2,84%) и железа (20,88 – 7,16%), в том числе в подвижной форме (6,7– 2,3%) отличаются почвы, расположенные в районе воздействия отвалов недавней отсыпки (№ 38). Характерным для исследованных почв является повышение pH с глубиной по разрезу, при этом значительно снижается содержание серы и железа. С глубиной по профилю в обменном комплексе повышается присутствие Ca²⁺, снижается

количество обменного H^+ до 0,05 мг – экв/100 г грунта, но преобладающим катионом в обменном комплексе остается Al^{3+} , содержание которого может составлять около 55 – 70% от величины емкости обмена.

Таким образом, техногенное воздействие угледобывающей промышленности проявляется на всех компонентах окружающей среды. Для размещения угледобывающих предприятий и складирования твердых отходов в отвалы изымаются большие площади земель. Газопылевые выбросы и пыление отвалов загрязняют атмосферу. Выработанные подземные пространства вызывают просадку земной поверхности. Сброс шахтных вод и поступающие поверхностные стоки с отвалов способствуют загрязнению поверхностных вод и почв. Содержащиеся в стоках загрязняющие вещества, попадающие в реки, приводят к изменению состава вод и донных отложений. Отвалы вскрышных пород в свою очередь становятся вторичными источниками загрязнения почв и подземных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зуев И.А., Бакина С.А. Состав поверхностного стока с территорий шахт Кизеловского угольного бассейна//Тр. Пермского ВНИИУголь. Пермь.: 1980. Вып. 26. С. 40– 45.
2. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. Пермь.: Пермский государственный университет, 2011. 248 с.
3. Солнцева Н.П., Никифорова Е.М. Влияние техногенных потоков на геохимию лесных почв (в связи с угледобычей)/Кн. Добыча полезных ископаемых и геохимия природных систем. М.: Наука, 1982. 277 с.

УДК 622.8

ТЕХНОГЕННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ ПРИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ляпин Р.А., Косинова И.И., д.г. – м.н.

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

Аннотация: Настоящая статья посвящена изучению техногенной сейсмичности при массовых взрывах горнодобывающей деятельности. Изучены геологические, геоморфологические особенности района КМА. Определены характеристики сейсмических волн при взрывных работах и их влияние на здание и человека.

Ключевые слова: Массовые взрывы, сейсмические волны, колебание грунта, взрывчатое вещество.

TECHNOGENIC SEISMICITY DURING MASSIVE EXPLOSIONS OF MINING ACTIVITIES

*R. A. Lyapin, doctor of geological and mineralogical sciences I.I. Kosinova
Voronezh State University, Voronezh, Russia*

Annotation: This article is devoted to the study of technogenic seismicity during massive explosions of mining activities. The geological and geomorphological features of the KMA region have been studied. The characteristics of seismic waves during blasting operations and their effect on structures have been determined.

Keywords: Massive explosions, seismic waves, ground vibration, explosive.

Техногенное преобразование природной среды возникает в результате широкого спектра воздействий, включающих промышленные, горнодобывающие, агротехнические, водохозяйственные и другие аспекты. Промышленные взрывы занимают ведущее место в технологиях добычи рудных месторождений.

Степень изученности проблемы: временной масштаб сейсмического цикла является большим и, как правило, имеющиеся сейсмические данные ему не адекватны. Геологические нарушения обычно труднодоступны и сведения об их размерах, ориентировке и свойствах скудны.

Цель исследования: оценка техногенной сейсмичности при массовых взрывах при горнодобывающей деятельности на примере Лебединского ГОКа КМА.

Задачи исследования:

- 1) изучить геолого – геоморфологические особенности района КМА;
- 2) определить характеристики сейсмических волн при взрывных работах и их влияние на инженерные сооружения и здоровье человека.

Сейсмические события, вызванные горными работами, оставляют свой отпечаток на целостности горного массива – разрушение в напряженной части массива на контуре выработки, подвижка по ослабленной поверхности, хрупкое разрушение, гравитационное обрушение кровли выработки[1]. Массовые и подготовительные взрывы также вносят свой вклад в многообразие механизмов сейсмических очагов, наблюдаемых в рудниках и шахтах.

Эффект техногенной сейсмичности изучался на примере буровзрывной деятельности карьеров КМА.

Курская Магнитная Аномалия (КМА) – крупнейший железорудный бассейн в России, расположенный на территории Курской, Белгородской и Орловской областей. Включает Белгородский, Ново – , Старо – оскольский и Курско – Орловский железорудные районы. Протяжённость территории КМА с Ю– В. на С– З. ~ 600 км. при ширине 150– 250 км. Общая площадь бассейна 120 тыс. км². Прогнозные ресурсы неокисленных кварцитов (до глуб.700 м) 856 млрд. т, богатых железных руд (до глуб.1200 м.) 82 млрд. т (1984), в т. ч. разведанные и предварительно оцененные запасы свыше 25 млрд. т. и 30 млрд. т. соотв. Главные месторождения: Коробковское, Лебединское, Михайловское, Чернянское, Погромецкое, Стойленское, Яковлевское, Гостищенское [2].

В геоморфологическом отношении КМА приурочена к Воронежской антеклизе; нижний структурный этаж относится к докембрийскому фундаменту платформы, верхний составляют полого залегающие осадочные толщи платформенного чехла. Железные руды приурочены к кристаллическому фундаменту, глубина залегания которого колеблется по преимуществу в пределах 60 – 650 м. Самые богатые руды связаны главным образом с древней корой выветривания железистых кварцитов, являясь продуктом их окисления и природного обогащения; они состоят в основном из мартита, мелкочешуйчатого гематита, лимонита и сидерита. Богатые руды известны в двух формах залегания: горизонтальные плащеобразные залежи на головах пластов железистых кварцитов и крутопадающие залежи, уходящие иногда на глубину до 500 – 700 м.

На карьерах КМА в год производится около 70 массовых взрывов мощностью от 500 до 1000 т взрывчатого вещества. В качестве взрывчатого вещества применяется – Эмульсолит А – 20, предназначенный для производства взрывных работ при механизированном зарядании сухих и обводненных скважин в горных породах. Его характеристики: плотность – 1,4 г/см³, скорость детонации – 4800 м/с, удельная теплота взрыва – 3 МДж/ кг [3].

Несмотря на то, что магнитуда массовых взрывов на КМА составляет от 2,8 до 3,2 баллов, существует проблема негативного сейсмического воздействия буровзрывной деятельности на инфраструктуру региона, устойчивость зданий и сооружений, комфортность среды обитания для человека и иных экосистем (рис.1) [4,5].



Рис. 1 – Разрушение зданий , вызванное сейсмическими воздействиями буровзрывных работ

Для исследования сейсмического воздействия массовых взрывов на Лебединском ГОКе путем регистрации скорости колебаний грунта использовался сейсмоприемник СМ – 3КВ, применяемый при проведении сейсмологических, геологоразведочных, вибродиагностических работах (рис.2).

Численная обработка данных показала, что максимальные смещения грунта составили 0,07 мм, а максимальные ускорения 500 мм/с^2 при взрывах толщ горных пород с массой взрывчатого вещества менее 5 т. Широко известна диаграмма Бишопа, систематизирующая воздействие сейсмических колебаний на здоровье человека. Она выстроена относительно показателя амплитуды колебаний, изменяющихся от 0.01 до 0.1. При этом частота колебаний изменяется от единиц до 50 Гц. Очень неприятное болезненное состояние возникает при частоте колебаний от 30 до 40 Гц и амплитуде 0.03 см колебаний. Продолжительность сейсмических колебаний грунта при буровзрывных работах на КМА составляет около 10 секунд с частотой колебаний в 1,6 ГЦ (чистота собственных колебаний дома). По диаграмме Бишопа возникающие колебания формируют эффект – заметно ощутимые (рис. 3).

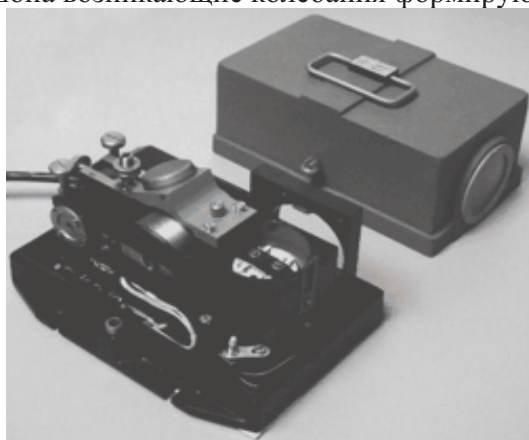


Рис. 2 – Сейсмоприемник СМ– 3КВ

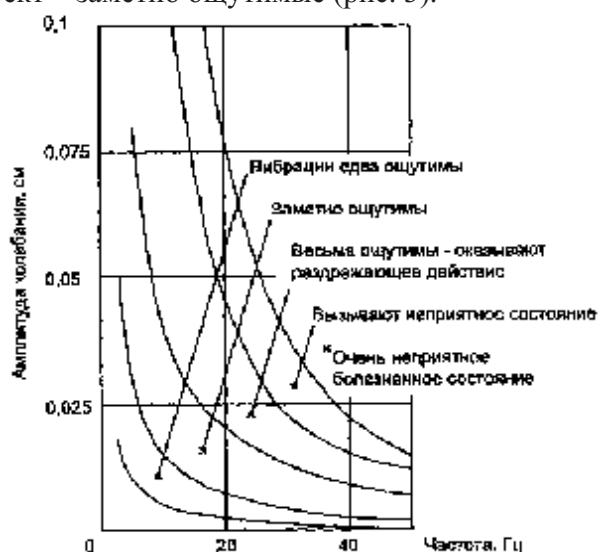


Рис. 3 – Воздействие виброколебаний на организм человека по Р. Бишопу

Нами производились исследования реакций людей на проведение взрывных работ в Лебединском карьере. На расстоянии 1.2км от карьера в момент взрыва фиксировались значимые колебания почвы, в течение 25 секунд ощущалась неустойчивость и общий дискомфорт. Данное состояние имеет временный характер, однако формирует состояние тревожности. Также при оценке негативного воздействия массовых взрывов на застройку региона очень дискуссионным является вопрос о характере накопления микрповреждений при многократных взрывных воздействиях.

Заключение

На основании проведенных исследований на примере взрывной деятельности карьеров КМА можно сделать вывод, что негативное влияние сейсмических волн на комфортность среды обитания проявляется в возникновении симптомов тревожности, которые при определенных психофизических состояниях могут приобрести накопительный характер. Накопление микроповреждений при многократных взрывных воздействиях представляет опасность для инженерных сооружений, имеющих дефектные, либо некачественные фундаменты.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, № 20– 55– 00010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ершов И.А. О плотности сейсмической энергии колебаний грунта при взрывах / И.А. Ершов, С.В. Медведев // Труды ИФЗ АН СССР. – М., 1964. – №33(200). – С. 50– 58.
2. URL: <http://mindraw.web.ru/mine10.htm>.
3. Гончарова А.И., О сейсмическом воздействии массовых взрывов на карьерах КМА / В.И. Куликов, Н.М.Мартинсон. – Институт горного дела РАН, НИИ Курской магнитной аномалии им Л.Д. Шевякова, 2002 – 45 с.
4. Шаров, Н. В. Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно– Европейской платформы / Н. В. Шаров, А. А. Маловичко, Ю. К. Щукин – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – Кн. 1: Землетрясения. – 381 с.
5. Надежка, Л. И. Сеть сейсмических станций на территории Воронежского кристаллического массива / Л. И. Надежка, И. Н. Сафронич, С. П. Пивоваров, А. В. Савенков, А. Е. Семенов, С. И. Колесникова // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Четвертой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С.117– 121.

УДК 502.51/504.5:622

ФАКТОРЫ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗОЛОТОДОБЫЧИ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПО ЕГО МИНИМИЗАЦИИ

Никифоров А.И., Нечепуренко А.И.

hosanianig@gmail.com

*ФГАОУ ВО Московский государственный институт международных отношений
Министерства иностранных дел России, Москва, Россия*

Аннотация: В работе рассматриваются факторы негативного воздействия процесса золотодобычи на гидробиоценозы при различных способах разработки месторождений; приведены примеры прямого и опосредованного воздействия на водные экосистемы; обсуждается российский и зарубежный опыт законодательной регламентации деятельности золотодобывающей промышленности с целью предотвращения негативного воздействия на компоненты биоты; отмечены ключевые тенденции в области международных усилий по обеспечению снижения негативного воздействия золотодобычи на окружающую среду.

Ключевые слова: золотодобыча, ущерб водным экосистемам, цианиды, ртутное загрязнение, кислые стоки, природоохранное законодательство, нерестилища, рекультивация

NEGATIVE IMPACT OF GOLD MINING ON AQUATIC ECOSYSTEMS AND INTERNATIONAL EXPERIENCE IN MINIMIZING IT

Nikiforov A.I., Nечepurenko A.I. hosanianig@gmail.com

*Moscow State Institute of International Relations (MGIMO University) 76 Vernadskogo
prospect, Moscow, 119454, Russia*

Abstract: The paper considers the factors of negative impact of the gold mining process on hydrobiocenoses in different methods of deposit development; provides examples of direct and indirect impact on aquatic ecosystems; discusses Russian and foreign experience of legislative regulation of the gold mining industry in order to prevent negative impact on biota components; notes key trends in international efforts to ensure reduction of negative impact of gold mining on the environment.

Keywords: gold mining, damage to aquatic ecosystems, cyanides, mercury pollution, acidic runoff, environmental legislation, spawning grounds, recultivation.

Золото исторически всегда играло большую роль в развитии человеческого общества, и в настоящее время на него существует устойчивый инвестиционный спрос. В будущем ожидается увеличение объемов добычи золота. Мировая золотодобыча – отрасль, являющаяся одним из факторов экономического роста, она обеспечивает рабочие места, стимулирует региональную экономику и инфраструктуру, и в ближайшем будущем ожидается увеличение объемов золотодобычи. Однако, следует отметить, что золотодобывающая промышленность оказывает огромное негативное влияние на окружающую среду, и, в частности, на гидросферу. Так, работы по золотодобыче непосредственно изменяют реологические характеристики водотоков, происходит механическое и химическое загрязнение как поверхностных вод, так и подземных водоносных горизонтов. Основными химическими загрязнителями при этом выступают, прежде всего, высокотоксичные цианиды и ртутьсодержащие соединения.

В мировом масштабе, лидером золотодобычи является Китай (401 т./год, около 12% мирового производства золота), причем данную позицию страна удерживает на протяжении уже 12 лет. Второе место занимает Австралия (310 т./г), где золотодобыча является важной статьей экспорта и составляет около 8% ВВП страны. Россия занимает третье место в мире по масштабам золотодобычи (295 т./год), при этом 85% российской золотодобычи приходится на 8 субъектов РФ. Четвертое место занимает США (210 т./год), и замыкает пятерку стран-лидеров Канада (185 т./год) [1].

В зависимости от типа месторождения и принятых технологий его разработки, воздействие золотодобычи на гидросферу имеет ряд особенностей. Так, при освоении коренных рудных месторождений используется большое количество воды, и часто происходит попадание в естественные водотоки неочищенных вод, содержащих различные химикаты, используемые для извлечения золота из породы. Также существует опасность попадания опасных химикатов в реки и другие водоёмы вследствие их вымывания атмосферными осадками из неочищенных отвалов и хвостохранилищ.

При разработке россыпных месторождений наносится значительный урон долинам рек и иных водотоков, в результате чего последовательно разрушаются элементы водных и околоводных экосистем - происходит уничтожение элементов биоты и геоморфологическая трансформация русел и берегов водных объектов. Усугубляет ситуацию тот факт, что прииски чаще всего находятся в верховьях рек и являются источниками опасного химического и механического загрязнения для территорий, расположенных на сотни километров вниз по течению. В основном при разработке россыпных месторождений используется гидравлический способ концентрации золота. Для промывания золотосодержащего грунта необходимы огромные объемы воды, при этом отработанная вода уходит в технологический сброс, увеличивая мутность реки вследствие загрязнения воды взвешенными частицами. При этом даже после окончания работ на месторождении загрязнение водотока может ещё долго продолжаться – поскольку лишённые растительности берега и хвостохранилища подвержены водной и ветровой эрозии. В результате большие массы минеральных осадков перемещаются вниз по течению, увеличивая мутность воды, уменьшая её светопроницаемость и формируя наносы. Постепенно накапливаясь, наносы изменяют конфигурацию и глубину русла, скорость течения, а также температурный режим вод реки [2].

Также стоит отметить, что, вне зависимости от типа разрабатываемого месторождения, обширные прилегающие территории (включающие в себя лесные, болотные, тундровые и иные

экосистемы) всегда испытывают сильное деструктивное воздействие. Так, по оценкам экспертов, значительному негативному воздействию подвержены территории, до 50 раз большие, чем площади самих разрабатываемых месторождений. Это происходит в ходе работ по геологической разведке, строительстве подъездных путей и жилых поселков, сведении лесной растительности в ходе подготовительных работ, транспортировки добытого золота, а также последующего хранения хвостов и отвалов.

Наряду с немалым количеством зафиксированных локальных фактов загрязнения водотоков и разрушения водных экосистем, в мировой практике золотодобычи известен ряд случаев исключительно масштабного загрязнения гидробиоценозов, явившегося результатом деятельности по добыче золота. Так, одной из самых крупных трансграничных экологических катастроф, которую даже вполне обоснованно сравнивали по масштабности с Чернобыльской трагедией, является катастрофа, вызванная разливом цианида в румынском городе Бая-Маре в 2000 году. Золотодобывающая компания «Aurul» (совместное предприятие австралийской компании «Esmeralda Exploration» и Румынского правительства) взялось обработать хвосты, оставшиеся после золотодобычи, и выделить оставшееся золото методом цианидного выщелачивания. Но вследствие прорыва дамбы более 100 000 кубометров загрязненной цианидом и тяжелыми металлами воды попало в р. Сомеш (концентрация цианидов достигала там 800 ПДК), оттуда в р.Тису и р.Дунай, в котором были зафиксированы 50-кратные превышения ПДК по цианидам. В итоге загрязнение распространилось на 1000 км, затронув Румынию, Венгрию, Сербию и Югославию; источники питьевой воды во всех трех странах были отравлены. На значительных участках р. Тисы наблюдалась тотальная гибель всех гидробионтов. Правительствами стран, пострадавших от разлива, были введены запреты на рыболовство и использование вод Тисы и Дуная для питья. Экосистемы пострадавших рек восстанавливаются крайне медленно, вследствие пролонгированного действия большинства попавших в их воды загрязнителей [3].

Существует также проблема, связанная с длительным воздействием золотодобычи на водные экосистемы в районах проживания коренного местного населения, использующего водные биологические ресурсы в качестве основного источника белковой пищи. Так, исследование, проведенное в 2019 году, показало, что коренное население ряда притоков Амазонки подвержено хроническому отравлению ртутью по причине мелкомасштабной золотодобычи в устьях рек. Даже на территории крупнейшего национального парка Бразилии – Тумукумаке – наблюдалось превышение содержания ртути в отловленной рыбе, причем почти в трети случаев была превышена ПДК содержания ртути в рыбе для потребления человеком, установленная ВОЗ (0,5 мкг/г). Наибольшими концентрациями ртути характеризовались плотоядные рыбы, вследствие биоаккумуляционных процессов. Как показали дальнейшие исследования, долгосрочное воздействие ртути привело к неблагоприятным последствиям для здоровья местного населения, в частности, вызывая повышенную частоту нарушений в формировании плода у женщин детородного возраста [4].

Безусловно, проблема загрязнения окружающей среды вследствие золотодобычи уже давно вызывает самое пристальное внимание у государственных структур, регламентирующих различные формы природопользования. Так, в России, в соответствии с Законом РФ от 21.02.1992 N 2395-1 (ред. от 08.06.2020) "О недрах", для пользования недрами (в т.ч. золотодобычи) необходима соответствующая лицензия, в которой обязательно должна содержаться информация о порядке и сроках подготовки проектов ликвидации или консервации горных выработок и рекультивации земель (ст.11, 12) [5].

Также, в соответствии со ст. 8 Постановления Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель», восстановление компонентов природной среды осуществляется в соответствии с утвержденными. Проектами рекультивации и консервации земель путем проведения ряда технических и (или) биологических мероприятий [6].

Но, следует подчеркнуть, что в Водном Кодексе РФ отсутствуют требования по рекультивации рек и подземных вод, подвергшихся воздействию золотодобычи, хотя,

например, оговорены требования по обязательной рекультивации для болот, на которых ведется добыча торфа [7]. ВФЗ РФ № 166 от 20.12.2004 «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» также не установлены требования по сохранению мест обитания и нерестилищ ценных промысловых рыб в контексте золотодобычи [8].

В соответствии со ст. 16 ФЗ РФ № 7 от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» все природопользователи обязаны вносить экологические платежи за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) [9]. В контексте золотодобывающих предприятий, предусмотрено внесение указанных платежей за выбросы загрязняющих веществ в водные объекты и размещение отходов производства и потребления. Так, за выбросы загрязняющих веществ в водные объекты предусмотрена плата в размере 73553403 руб за выброс 1 т. ртути и ее соединений и 14711,7 руб. за выброс 1 т. раствора в расчете на цианид-ион. Отходы, содержащие ртуть, относятся к I классу опасности, содержащие цианид – к II-III классу опасности. За конечное размещение отходов I класса природопользователь обязан заплатить 4643,7 руб./т., отходов II-го класса — 1990,2 руб./т, III-го класса — 1327 руб./т [10].

Необходимо отметить, что указанные размеры установленных выплат вряд ли могут реально «окупить» безвозвратную гибель экосистемы реки в случае аварий, подобных катастрофе в Бая – Маре. Таким образом, в целом в настоящее время российское законодательство не содержит обязательств по восстановлению и реабилитации водных объектов в отношении предприятий по осуществлению золотодобычи, и на них накладываются лишь обязательства по выплате платежей за загрязнение окружающей среды в ходе производственной деятельности и рекультивации земель после её окончания.

Добыча полезных ископаемых в США проходит на федеральных землях (находящихся в собственности правительства Соединенных Штатов), и управляется Бюро по землеустройству (Bureau of Land Management - BLM). В соответствии с федеральным законодательством США, для получения разрешения на разработку месторождения золота, помимо прочего, необходимо предоставить План разработки месторождения, включающий План рекультивации. Также предприятие должно предоставить финансовую гарантию поведения рекультивации (reclamation bond), а в ходе работ оно обязано проводить «сопутствующую рекультивацию» – рекультивацию на постоянной основе по мере выработки месторождения [11].

Важно отметить, что обязательным пунктом в Плате рекультивации является реабилитация местообитаний диких животных, включая местообитания рыб и других гидробионтов (rehabilitation of fisheries and wildlife habitat). При этом оговорено, что местообитания рыб должны быть восстановлены до состояния, обеспечивающего стабильную форму русла, соответствующую следующим критериям: «наличие растительности, которая будет сдерживать эрозию, рассеивание энергии водотока, содействие восстановлению водных местообитаний, близких к уровню, который присутствовал до добычи» [12]. Обязательным требованием до начала разработки плана рекультивации является уведомление о наличии охраняемых видов наземных и водных животных (в т.ч. рыб), имеющих охранный статус «виды под угрозой вымирания» в районе осуществления деятельности предприятия [13].

Подавляющее большинство промышленных золотодобывающих рудников США находится в штате Невада и на Аляске. Поскольку, помимо федерального законодательства, отдельные штаты имеют право вводить собственные правила и стандарты золотодобычи, Бюро по Землеустройству также разрабатывает нормативы для отдельных штатов. В целом, в штатах Аляска и Невада требования по обязательствам рекультивации земель более жесткие, поскольку добыча золота проводится в непосредственной близости с реками и рассматривается как деятельность с высоким риском для природных сообществ.

В международном масштабе также предпринимаются усилия по минимизации негативного воздействия золотодобычи на окружающую среду. В частности, можно выделить Международный кодекс по использованию цианида (International Cyanide Management Code), разработанный в виде отраслевой добровольной программы сертификации горнодобывающих предприятий. Данный кодекс фокусируется на безопасном управлении цианидом на всех стадиях, от производства и транспортировки до всех аспектов использования химиката в

горнодобывающей промышленности. По состоянию на 2020 год, 3 российские компании присоединились к данной добровольной сертификации в качестве производителей цианида (2 компании) и перевозчика (1 компания). Также на территории России работают золотодобывающие компании Kinross Gold Corporation (Канада) и Polymetal International (Кипр), имеющие сертификацию как перевозчики цианидов[14].

Еще одним международным документом, призванным обеспечить снижение негативного воздействия золотодобычи на экосистемы Земли, являются Принципы ответственной золотодобычи (The Responsible Gold Mining Principles (RGMPs)), разработанные Всемирным советом по золоту (WorldGoldCouncil). Данные Принципы призваны системно объединить существующие национальные стандарты золотодобычи, с целью обеспечить рациональное использование природных ресурсов, сохранение местообитаний живых существ, а также методы транспортировки, хранения, использования и утилизации цианида в соответствии с упомянутым выше Международным Кодексом использования цианида. Также данными Принципами предусматривается полный запрет на использование ртути для получения золота, а также недопущение пролонгированного загрязнения водных объектов кислыми стоками и солями тяжёлых металлов после завершения промышленной разработки месторождения золота[15].

В заключение хочется выразить надежду, что уже в недалёком будущем Принципы ответственной золотодобычи станут основополагающим документом для организации деятельности подавляющего большинства золотодобывающих компаний – как у нас в стране, так и по всему миру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годовой отчет за 2019 год Polymetal International plc. [Электронный источник] – URL: https://www.polymetalinternational.com/upload/iblock/15c/Polymetal_Annual_report_2019_rus.pdf
2. Золотые реки. Выпуск 1. Амурский бассейн / под ред. Е. А. Симонова. – Владивосток: Издательство «Апельсин», 2012. – 120 с
3. BBC news. Death of a river [Электронный источник] URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/642880.stm>
4. Hacon, S. D., Oliveira-da-Costa, M., Gama, C. D., Ferreira, R., Basta, P. C., Schramm, A., & Yokota, D. (2020). Mercury exposure through fish consumption in traditional communities in the Brazilian northern Amazon. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(15). doi:10.3390/ijerph17155269
5. Закон РФ от 21.02.1992 N 2395-1 (ред. от 08.06.2020) "О недрах" [Электронный источник] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/
6. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» (вместе с «Правилами проведения рекультивации и консервации земель») [Электронный источник] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/
7. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 24.04.2020) [Электронный источник] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683
8. Федеральный закон от 20.12.2004 N 166-ФЗ (ред. от 24.04.2020) "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" [Электронный источник] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/
9. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" [Электронный источник] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/
10. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 N 913 (ред. от 24.01.2020) "О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах" [Электронный источник] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204671/
11. Bureau of land management, department of the interior. Subchapter c - minerals management (3000). PART 3800 - mining claims under the general mining laws. [Электронный источник] –

URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2016-title43-vol2/xml/CFR-2016-title43-vol2-part3800-subpart3809.xml>

12. BLM Handbook H-3809-1 Surface Management Handbook [Электронный источник] – URL: <https://www.blm.gov/sites/blm.gov/files/H-3809-1.pdf>

13. BLM Manual 6840 “Special Status Species” [Электронный источник] – URL: <https://www.blm.gov/sites/blm.gov/files/6840.pdf>

14. International Cyanide Management Institute [Электронный источник] – URL: www.cyanidecode.org

15. World Gold Council. The Responsible Gold Mining Principles. [Электронный источник] – URL: <https://www.gold.org/about-gold/gold-supply/responsible-gold/responsible-gold-mining-principles>.

УДК 504.3.054

НАНОРАЗМЕРНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ВЗВЕСИ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ, КАК ФАКТОР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Пивень П.В., Кудыш В.Е., piven@mc.asu.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный университет», г. Барнаул, РФ

Аннотация: В статье рассматривается проблема образования наноразмерных атмосферных взвесей в горнопромышленных регионах, как фактора дополнительного экологического риска.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, наноразмерные атмосферные взвеси, геологоразведочные и горнодобычные работы.

NANOPARTICLES ATMOSPHERIC SUSPENSIONS OF MINING REGIONS AS A FACTOR OF ADDITIONAL ENVIRONMENTAL RISK

P.V. Piven, V.E. Kudysh, piven@mc.asu.ru

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Altai State University," city of Barnaul, Russian Federation*

Annotation: The article discusses the problem of the formation of nanosized atmospheric suspensions in mining regions, as a factor of additional environmental risk.

Key words: air pollution, nanoparticles atmospheric suspensions, exploration and mining operations.

Атмосферные взвеси, образующиеся в ходе геологоразведочных и горнодобычных работ, могут представлять опасность для жизни и здоровья человека и других живых существ.

В качестве примера, обратимся к данным, характеризующим источники образования и интенсивность выделения атмосферных взвесей на примере угольных и рудных карьеров. Так, наибольший вклад будет вносить экскавация: до 35 %; второе место делят взрывные работы и аэрация пыли с поверхностей: по 25 % (вместе 50%); третью позицию занимает бурение скважин, дающее до 10 % выбросов; а на четвертом месте находится транспортировка горной массы: до 5 % [2].

На предприятиях горнодобывающей промышленности было установлено превышение концентрации в воздухе рабочей зоны наноразмерных частиц (во время производственного процесса) от 5 до 68 раз (по отношению к контролю)[4].

Насколько велики могут быть объемы атмосферных взвесей можно судить по тому, что, ежегодно, на территории бывшего СССР, выпадает до семи тысяч тонн твердых веществ на каждый км²[5].

В носовой полости, на ее слизистой оболочке, оседает лишь около 40% вдыхаемых частиц (при этом, их диаметр, преимущественно, >50 мкм), а около 60% частиц поступают в нижерасположенные отделы дыхательных путей (в трахее задерживаются относительно крупные частицы размером 30–50 мкм, в бронхах – более мелкие: 10–30 мкм; в бронхиолах еще более малые: в 3–10 мкм, а в альвеолах задерживаются частички <3 мкм)[3].

Вместе с тем, если учесть, что размеры частиц атмосферных взвесей могут быть диаметром 0,002 мкм [6], то могут быть вполне оправданы опасения, что вышеуказанные наночастицы (размером менее 0,1 мкм) могут проникать сквозь природные защитные барьеры и наносить вред организму.

Так, установлено, что наночастицы, преодолев такой барьер, как эпителиальная ткань носовой полости, по нервным волокнам, могут проникать в ткани мозга человека [7].

Следует учесть, что именно наночастицы атмосферных взвесей (в частности мелкодисперсные фракции силикатов и алюмосиликатов) способны проявлять антигенные свойства [1].

А это означает, что возможны различные аутоиммунные реакции, вплоть до «цитокинового шторма», представляющего смертельную опасность.

Вместе с тем, атмосферный воздух горнопромышленных регионов, как правило, содержит наночастицы атмосферных взвесей силикатов и алюмосиликатов.

Следует также учесть, что наночастицы могут проникать в организм человека не только с вдыхаемым им воздухом, но и через кожные покровы, слизистую глаз и пищеварительной системы.

На Земле, с момента её образования, постоянно происходят геологические процессы, в ходе которых в ее атмосферу поднимается большое количество малоразмерных частиц. После появления жизни на нашей планете живое вещество стало ведущей геологической силой, создающей, в том числе, мелкодисперсные частицы в ходе осуществления своих биологических потребностей.

В настоящее время, когда ежегодный объем извлекаемых из недр человеком горных пород стал сопоставим с объемами извергаемого в течение года материала всеми вулканами планеты, загрязнение атмосферного воздуха малоразмерными взвесями возросло на порядки. Поскольку большое количество малоразмерных частиц, оказавшихся в атмосфере в процессе локального выброса способно длительное время находиться в атмосфере и переноситься на значительные расстояния, то человеку в ходе своей хозяйственной деятельности необходимо задуматься о своем воздействии на окружающую среду уже в глобальном масштабе.

А ведь мировая ученая общественность лишь относительно недавно стала уделять особое внимание наноразмерным частицам, вычлняя их эффекты воздействия от эффектов воздействия более крупных частиц атмосферных взвесей. Человечеству еще предстоит разработать наиболее результативные меры по борьбе с наноразмерными загрязнителями атмосферы, ведь токсические эффекты их воздействия (в частности – соединений тяжелых металлов в рудничной пыли) могут быть куда значительнее, по сравнению с частицами, имеющими больший диаметр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голохваст К.С. Атмосферные взвеси и экология человека / К.С. Голохваст, П.Ф. Кику, Н.К. Христофорова // Экология человека, 2012. – № 10. – С. 5-10.
2. Ищук И.Г. Средства комплексного обеспыливания горных предприятий. Справочник. / И.Г. Ищук, Г.А. Поздняков. – М.: Недра, 1991. – 253 с.
3. Новикова Л. Применение ацетилцистеина в клинической пульмонологии / Л. Новикова, О. Баранова, Ю. Илькович // Врач. – 2014. – № 2. – с. 13-16.

4. Уланова Т.С. Определение частиц микро- и нанодиапазона в воздухе рабочей зоны на предприятиях горнодобывающей промышленности / Т.С. Уланова, О.В. Гилева, М.В. Волкова // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 44-48.
5. Шувалов Ю.В. Предотвращение пылегазовых выбросов и снижение запыленности атмосферы в карьерах / Ю.В. Шувалов, М. Асад, А.П. Бульбашев // Экология и развитие Северо-запада России. Научные доклады четвертой международной конференции. – СПб.: МАНЭБ, – 1999, с. 78-85.
6. Юнге Х. Химический состав и радиоактивность атмосферы / Х. Юнге. – М.: Мир, 1965. – 423 с.
7. Oberdörster G. Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles / G. Oberdörster, E. Oberdörster, J. Oberdörster // Environ. Health. Perspect. – 2005. – Vol. 113. – P. 823-839.

УДК 504.064.36 (470.324)

ЭКОЛОГО–ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕОГЕН–ЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО–ЗАПАДА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Плотников Д.В. ¹, Плотников И.В. ¹, Кульнева Е.М. ¹, Кульнев В.В. ²

*¹Воронежский государственный университет,
г. Воронеж, Российская Федерация*

²Центрально–Черноземное межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация: Для Центрально – Черноземного региона Восточно–Европейской части России, в отличие от, например, заполярных территорий характерной особенностью является преобладающее использование подземных вод для водоснабжения населения и промышленных предприятий. В данном ключе обеспечение экологической безопасности водопользования должно быть основано на осуществлении эколого – гидрогеохимического мониторинга, пример проведения которого представлен в настоящей статье.

Ключевые слова: водопользование, гидрогеологическая скважина, качество подземных вод, неоген–четвертичный водоносный комплекс, экологическая безопасность.

ENVIRONMENTAL AND HYDROGEOLOGICAL ASSESSMENT OF THE NEOGENE QUATERNARY AQUIFER COMPLEX IN THE NORTHWEST OF VORONEZH REGION

Plotnikov D.V. ¹, Plotnikov I.V. ¹, Kulneva, E.M. ¹, Kulnev V.V. ²

¹Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

²Central Black Earth Interregional Department of the Federal Service for Supervision of Natural Resources Management, Voronezh, Russian Federation

Abstract: The Central Black Earth Region of the Eastern European part of the Russia, unlike, for example, the polar areas, is characterized by the predominant use of groundwater for the supply of water to households and industrial enterprises. In this key, ensuring the environmental safety of water use should be based on environmental and hydrogeochemical monitoring, an example of which is presented in this article.

Keywords: water use, hydrogeological well, groundwater quality, Neogene Quaternary aquifer, environmental safety.

Одним из важнейших полезных ископаемых является вода. Она издавна используется для питья и хозяйственных целей, в сельском хозяйстве и в промышленном производстве [2]. В результате хозяйственного использования подземной гидросферы через изменение водного и химического балансов происходит трансформация вод водоносных горизонтов и комплексов.

Неоген – четвертичный водоносный комплекс территориально расположен на юго – западной границе Московского артезианского бассейна и эксплуатируется промышленными и сельскохозяйственными предприятиями, а также используется для питьевого водоснабжения населения. Территория проведения исследований расположена в северо – западной части Воронежской области и находится в окрестностях сел Виноградовка, Верхняя Хава и Малиновка.

Проблематике изучения изменения качества подземных вод техногенно нагруженных территорий посвящены работы отечественных и зарубежных специалистов.

Исходя из анализа мирового опыта гидрогеохимических исследований определено, что особое внимание специалистами разных стран уделяется динамике изменения качественного состояния подземных вод. Особую тревогу у природоохранных органов России вызывает состояние подземных вод в зоне деятельности горнодобывающих [4, 5], нефтеперерабатывающих и предприятий пищевой промышленности [8].

Целью настоящего исследования является определение эколого – гидрогеохимических параметров неоген – четвертичного водоносного комплекса, и в случае установления отклонения от нормативных значений – выработка предложений по дальнейшей эксплуатации водоносного комплекса.

Эксплуатационным является водоносный миоценовый терригенный комплекс; водовмещающие отложения представлены песками разной степени зернистости. По условиям защищенности эксплуатируемый водоносный миоценовый терригенный комплекс в пределах участка относится к защищенным от поверхностного загрязнения.

Для характеристики качества подземных вод по гидрогеологическим скважинам использованы результаты 410 анализов за период 2011 и 2017 – 2019 год.

Лабораторно – аналитические исследования вод данного комплекса в указанный период проводились по следующим показателям качества воды [3, 7]: мутность, жесткость, общее железо, минерализация и водородный показатель.

Предельно допустимое значение для мутности составляет $1,5 \text{ мг/дм}^3$. На первой и второй наблюдательных площадках усредненный показатель мутности равен 1 мг/дм^3 . На третьей наблюдательной площадке данный показатель в 2017 году достигает значения $1,4 \text{ мг/дм}^3$. По данным мониторинговых наблюдений при эксплуатации водоносного комплекса превышений по данному показателю не отмечается.

Предельно допустимое значение для жесткости природных вод составляет 7 мг/дм^3 . По данным мониторинговых наблюдений при эксплуатации водоносного комплекса превышений по показателю жесткости не отмечается. На первой и второй наблюдательных площадках значения показателя жесткости изменяются в диапазоне $5,1 - 5,6 \text{ мг/дм}^3$. На третьей наблюдательной площадке показатель жесткости изменяется в диапазоне $5,1 - 5,4 \text{ мг/дм}^3$. Максимальные значения приурочены к 2011 и 2018 годам.

Предельно допустимая концентрация для железа составляет $0,03 \text{ мг/дм}^3$. Превышений ПДК по железу в воде не наблюдается на наблюдательных площадках за весь период наблюдений.

Предельно допустимая концентрация для минерализации составляет 1000 мг/дм^3 . Превышений по показателю минерализации за период наблюдений не выявлено. Однако при этом следует упомянуть, что железо является одним из приоритетных загрязнителей воды, т.к. его техногенное накопление в окружающей среде идет высокими темпами [6].

Концентрация ионов водорода, выраженная величиной pH — один из важнейших показателей качества воды. Величина pH имеет решающее значение при протекании многочисленных химических и биологических процессов в природной воде. Именно от величины pH зависит как будет происходить миграция элементов, от этой величины также зависит степень коррозионной активности воды на металлические и бетонные конструкции. Предельно допустимая концентрация для pH составляет от 6,5 до 8,5. Превышение по показателю pH за период наблюдений не выявлено.

Основной вывод по качественному составу эксплуатируемых подземных вод исходит из вышеизложенного: это постоянство химического состава в годовом и многолетнем разрезе. Предпосылок для изменения качества подземных вод в дальнейшем при эксплуатации водоносного комплекса при дальнейшем соблюдении требований особых условий лицензий на пользование недрами и природоохранного законодательства не усматривается

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочаров В.Л., Трубицын Д.С. Редкие элементы в подземных водах неоген–четвертичного водоносного комплекса Новохоперского никеленосного района / В.Л. Бочаров, Д.С. Трубицын // Современные проблемы и опыт гидрогеологических, инженерно–геологических и эколого– геологических исследований на территории Центрально–Черноземного региона. Материалы региональной научно– практической конференции. Под редакцией проф. А.А. Аузина. 2018. С. 94– 98.
2. Валяльщикова А.А. Роль подземных вод // Монография «Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика)». Под ред. проф. И.И. Косиновой. Воронеж. ОАО «Воронежская областная типография». 2015. С. 211– 213.
3. ГН 2.1.5.1315– 03 «ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно–питьевого и культурно– бытового водопользования». 2017. 33 с.
4. Кульнев В.В. Геоэкологические модели депонирующих сред территории горнодобывающих предприятий // Автореф. дисс...канд. геогр. наук. Воронеж. Военный авиационный инженерный университет. 20 с.
5. Кульнев В.В. Методика геоэкологической оценки техногенно нагруженных депонирующих сред / В.В. Кульнев // Материалы научной сессии Воронежского государственного университета. Секция экологической геологии. Под редакцией И. И. Косиновой. Воронеж, 2011. С. 47– 50.
6. Плешакова Е.В., Нгун К.Т., Романов И.Е., Решетников М.В.Выявление и идентификация микроорганизмов, перспективных для очистки воды от повышенного содержания железа / Е.В. Плешакова, К.Т. Нгун, И.Е. Романов, М.В. Решетников // Экологические проблемы промышленных городов. Сборник научных трудов по материалам 9– й Международной научно– практической конференции. Под редакцией Е.И. Тихомировой. Саратов. 2019. С. 397– 400.
7. СанПиН 2.1.4.1074– 01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». 2001. 30 с.
8. Сейдалиев Г.С., Ступин В.И. Мониторинг водных ресурсов Воронежской области / Г.С. Сейдалиев, В.И. Ступин // Под ред. проф. А.Г. Курдова. Воронеж. ГУП ВО «Воронежская областная типография – издательство им. Е.А. Болховитинова». 2005. 185 с.

ГЛАВА 3 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 372.8

ЗАЧЕМ НАМ ИЗУЧАТЬ ЭКОЛОГИЮ: ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ СО СТУДЕНТАМИ НЕБИОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Завидовская Т.С., zts.ok@mail.ru

*Борисоглебский филиал ФГБУ ВО «Воронежский государственный университет»,
Борисоглебск, РФ*

Аннотация: Обобщается опыт работы по преподаванию экологии на небиологических профилях вузов. Показано значение экологических знаний в современном обществе. Обосновывается необходимость формирования экологической компетентности у представителей различных сфер деятельности.

Ключевые слова: экология, экологическая компетентность, высшее образование.

WHY WE SHOULD STUDY ECOLOGY: THE EXPERIENCE OF WORKING WITH STUDENTS OF NON-BIOLOGICAL SPECIALTIES

T.S. Zavidovskaya, zts.ok@mail.ru

Borisoglebsk branch of Voronezh State University, Borisoglebsk, Russia

Abstract: The experience of teaching ecology on non-biological profiles of universities is summarized. There is shown the importance of ecological knowledge in modern society. It justifies the need to develop environmental competence among representatives of various fields of activity.

Keywords: ecology, environmental competence, university education.

Резкое обострение экологических проблем в конце XX столетия привело к разработке и внедрению в образовательный процесс такой дисциплины, как экология. Она преподавалась как обязательная вне зависимости от профиля обучения студентов. Однако просуществовало это нововведение недолго, и постепенно стало исчезать из учебных планов, в редких случаях оставшись как факультативная дисциплина. Однако кризисное состояние в сфере взаимодействия природы и общества менялось не в лучшую сторону. Осознание данного факта побудило президента РФ придать проблеме государственное значение и объявить 2017 год Годом экологии. Были проведены различные мероприятия [4], призванные изменить массовое сознание населения страны. Несмотря на это, при чтении курса экологии для студентов небиологических профилей по-прежнему возникает вопрос со стороны аудитории, высказанный или невысказанный вслух: «Зачем нам изучать экологию?»

Данная статья отражает многолетний опыт работы автора в поисках аргументов, способных донести до обучающихся необходимость знакомства с основами экологических знаний. При этом речь идет не о формальном «прохождении» дисциплины, результатом которого является получение отметки в зачетной книжке. Речь о формировании у обучающихся стойкой мотивации, предполагающей осознанное и заинтересованное освоение основ науки, результатом которого станет формирование экологической компетентности как основы взаимодействия в системе «человек – природа».

Каковы же причины, определяющие необходимость изучения экологии?

Первая и очевидная причина заключается в самом определении экологии как науки о взаимодействии организмов с окружающей средой. Любой организм – открытая система, которая не может существовать вне своего окружения. В наиболее общем виде это взаимодействие определяется обменом веществом и энергией. Человек – часть природы,

следовательно, он подчиняется ее законам. Незнание этих законов не освобождает от их влияния, но лишь делает невежду более уязвимым. Здесь вполне уместна пословица, пришедшая к нам из средневековья: «Предупреждён — значит вооружен». Следовательно, специалист любой сферы деятельности должен обладать базовыми знаниями в области экологии для понимания сущности взаимодействия общества и природы. С их помощью каждый человек сможет понять причинную обусловленность возможных негативных последствий хозяйственной деятельности на окружающую среду.

В контексте актуальных требований к образованию необходимо вести речь о сформированности у выпускников вузов экологической компетентности, которая определяет не только способность ориентироваться в проблемах современности на глобальном уровне, но и обуславливает рациональную с точки зрения экологии деятельность на локальном уровне. Именно в деятельности проявляется истинная сущность мировоззрения человека: потребительски или экологически ориентированного.

Вторая причина заключается в тех задачах, которые в последние годы вошли в круг приоритетных в экологии. С конца прошлого века во многие сферы жизнедеятельности общества входит так называемый «экологический подход», отражающий одну из ведущих тенденций нашего времени – экологизацию.

В наиболее общем виде экологизация представляет собой реализацию экологического подхода в различных сферах жизнедеятельности, приоритетность экологических императивов, сохранение и восстановление естественных сообществ и окружающей среды в целом. Конкретнее, экологизация реализуется через экологический подход на всех уровнях: от экологизации образования, отдельных естественных и гуманитарных наук до экологизации экономики, законодательства, сознания[1].

Таким образом, за не более чем столетний период своего развития экология прошла путь от молодой науки – одной из наук о природе – до комплексной науки, в составе которой выделяется ряд прикладных дисциплин, играющих огромную роль в общественной жизни и рассматриваемых как теоретическая основа поведения человека индустриального общества в природе [7].

Третья причина изучения экологии представителями профессий, далеких от биологии, не менее важна, хотя она не столь очевидна, как первые. Эволюция организмов по пути их цефализации как магистрального направления изменений привела к выделению человека в отдельную, не похожую ни на что живое, силу. И эта сила, как убедительно показывают работы В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере, играет геологическую роль, трансформируя окружающую среду. Геологическая деятельность человека – техногенез по терминологии А.Е. Ферсмана – в настоящее время является решающим фактором преобразования биосферы.

Проблема взаимоотношения общества и природы не нова. По мере развития исторического процесса она давала о себе знать в различных формах и проявлениях. Человек физически и духовно неразрывно связан с природой, он должен находиться в процессе постоянного обмена с ней, чтобы выжить. Однако этот обмен не должен нарушать равновесия в природе. В действительности же оно было нарушено, более того, современное состояние взаимодействия общества и природы характеризуется как кризисное. Назревание экологической катастрофы стало общепризнанным фактом.

Экологическая проблема имеет объективную основу, поскольку человек своей деятельностью запускает такие природные механизмы, которые он не в состоянии контролировать. Здесь имеет место отчуждение: порождаются такие социальные силы, создаются такие технические средства, которые, вступая в контакт со сложными природными процессами, создают мощный неконтролируемый резонанс, угрожающий существованию жизни. Проблема по источнику остается социальной, а по масштабам является экологической. Социальный источник проблемы указывает на конкретное поле ее постановки и поиск решений.

История человеческого общества и история Земли – это, по словам А.И.Герцена, «две главы одного романа, две фазы одного процесса» и «развитие природы незаметно переходит в

развитие человечества» [2, с. 14]. Природа и общество представляют единое целое, но целое, понимаемое диалектически, со своими особенностями, спецификой бытия. Нарушения одной из частей негативно сказывается на целом, именно поэтому экологические проблемы – угроза всей современной биосфере и каждому отдельному человеку.

Еще в середине 90-х гг. XX в. отечественными психологами был предложен термин «экоцентрическое» мировоззрение в противовес мировоззрению антропоцентрическому. В чем его сущность? Вспомним слова Базарова: «Природа не храм, а мастерская, и человек в ней – работник». Человек – царь природы, ее полноправный хозяин. Именно такое отношение и привело современную цивилизацию к глобальному кризису, проявляющемуся во многих аспектах. Зачем нам охранять природу, заботиться о благоприятном экологическом окружении? Ответ на этот вопрос в общем виде чаще всего звучит следующим образом: «Чтобы человечество выжило». Это ответ человека с антропоцентрическим типом мировоззрения. Человек с экоцентрическим типом сознания ответит: «Чтобы сохранить природу ради нее самой». Природа существует не для нас, не для удовлетворения наших потребностей. Она самоценна и является полноправным субъектом во взаимоотношениях с человеком. На нее распространяются этические нормы, действующие в человеческом обществе [3, 5].

Эти идеи не новы, им тысячи лет. Одна из пяти заповедей буддизма требует не вредить любым живым существам. Цель мышления, согласно даосизму, есть «слияние» человека с природой, так как он является ее частью. Ф. Бэкону принадлежат слова о том, что мы всей нашей плотью и кровью принадлежим природе и отличаемся от живых существ лишь умением познавать ее законы и правильно их применять. Ф.Энгельс считал, что по мере прогресса естествознания человеческое общество научится учитывать не только непосредственные, но и более отдаленные последствия своих действий. Это будет приводить к осознанию все большего единства общества и природы и это сделает невозможным противопоставление между человеком и природой. Большой вклад в понимание сути взаимоотношений человека и природы внесли мыслители XX в. Э. Леруа, П.Тейяр де Шарден, В.И. Вернадский, А.Швейцер, предложившие идею ноосферы и этосферы и принцип благоговения перед жизнью. Академик Н.Н.Моисеев (автор одной из концепций коэволюции природы и общества) характеризовал такую эпоху в развитии общества, когда человечество, осознав необходимость, поняв содержательный смысл ноосферы, начнет искать пути ее достижения, то есть пути, ведущего в эпоху ноосферы как цели совместных усилий человечества[6].

Можно привести, разумеется, ряд других причин, по которым следует изучать экологию каждому ответственному гражданину нашего государства и каждому равнодушному жителю планеты. Однако осмысления выше обозначенных аспектов уже достаточно для обоснования необходимости вдумчивого постижения основ экологической грамотности. История знает примеры экологических кризисов, и знает цену, которую приходилось платить за их преодоление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакина Е.Н. Экологизация как процесс достижения устойчивого развития // Вестник СГЮА. 2018. №3 (122). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologizatsiya-kak-protsess-dostizheniya-ustoychivogo-razvitiya> (дата обращения: 27.10.2020).
2. Герцен А.И. С того берега. Долг прежде всего. Собрание сочинений в тридцати томах. Том 6. М.: Издательство АН СССР, 1955.
3. Завидовская Т.С. Биологическое образование и духовно-нравственная культура: две грани человеческой личности // Православный ученый в современном мире: духовно-нравственная культура в системе образования. Международная научно-практическая конференция. Воронеж, 2018. С. 137-139.

4. Завидовская Т.С. Итоги года экологии в России. Городская научно-практическая конференция/ Завидовская Т.С. и др. //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2018. № 1. С. 101-103.
5. Завидовская Т.С., Буренина Т.П. Научные и методические основы эколого-просветительской деятельности по проблеме твердых бытовых отходов: Учебное пособие. Борисоглебск: ООО «Кристина и К», 2016. 61 с.
6. Моисеев Н. Н. Человек и ноосфера. М.: «Молодая гвардия», 1990. 352 с.
7. Шварц С.С. Экологические основы охраны биосферы // Вестник Российской Академии наук. Т. 43. № 9. 1973. С. 35—45.

УДК: 504:37.03

РОЛЬ И МЕСТО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

Кочетова Ж.Ю., zk_yva@mail.ru

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Аннотация: Обсуждаются актуальность нарастающей с каждым годом проблемы воздействия объектов Вооруженных сил на окружающую среду, и, как следствие, необходимость постоянного повышения экологической грамотности военнослужащих. Рассматриваются требования к экологическому образованию современных выпускников военных вузов, приведен краткий обзор специфики преподавания экологии в различных военных вузах.

Ключевые слова: высшее профессиональное образование, экологическое образование, военная экология.

THE ROLE AND PLACE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE MILITARY COLLEGE

Zh. Yu. Kochetova, zk_yva@mail.ru

Military educational and scientific center air force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russia

Abstract: The article discusses the urgency of the problem of the impact of Armed forces facilities on the environment, which is growing every year, and, as a result, the need to constantly improve the environmental literacy of military personnel. The article considers the requirements for environmental education of modern graduates of military universities, provides a brief overview of the specifics of teaching ecology in various military universities in the country.

Keywords: higher professional education, environmental education, military ecology.

Вернадский В.И. писал: «...человечество на Земле и окружающая его живая и неживая природа составляют нечто единое, живущее по общим законам природы». Сегодня не вызывает сомнения, что будущее человечества зависит от того, сможем ли мы сформировать культуру ответственности человека за природу, как одну из основополагающих черт его личности. В конце XX века внимание к взаимодействию человека с природой возросло, и причиной этому стало переосмысление общественного понимания культуры как таковой. Под экологической культурой понимается изменение отношения людей к природе, более высокий уровень ее познания, использование природных ресурсов только с учетом экологических законов саморегуляции биосферы и ее компонентов. В Экологической доктрине Российской Федерации отмечается, что низкий уровень экологической культуры общества является одним из основных факторов деградации природной среды. Необходима долгая и сложная

педагогическая работа для привития населению новых мировоззренческих установок.

По данным Службы экологической безопасности Вооруженных сил, общий экологический ущерб от военной деятельности в мирное время сопоставим с ущербом от промышленной отрасли. Объекты Министерства обороны РФ (гарнизоны, полигоны, аэродромы, военные лесхозы, охранные зоны, склады и др.) занимают площадь около 12 млн га. Основными источниками загрязнения окружающей среды являются аэродромы государственной авиации, ядерные энергетические установки, хранилища радиоактивных отходов и отработанного топлива, боеприпасов, вооружения, боевых химических веществ и компонентов ракетного топлива, военной техники и горюче-смазочных материалов. На перечисленных объектах могут возникать аварийные ситуации с катастрофическими последствиями для окружающей среды и населения прилегающих территорий в радиусе десятков километров.

Требования природоохранного законодательства ежегодно ужесточаются. Обеспечение экологической безопасности Вооруженных Сил РФ представляет собой комплекс правовых, организационных, научных, технических, социальных, экономических, образовательных и других мероприятий, которые должны сводить неблагоприятные экологические последствия военной деятельности к минимуму. Для реализации этих задач Штабом материально-технического обеспечения Вооруженных сил РФ совместно с органами военного управления в 2019 г. проведена экспертиза загрязненных территорий с последующей разработкой комплекса мер по ликвидации экологических последствий на военных объектах. Было выбрано 76 участков, на которых складывающаяся десятилетиями экологическая ситуация требовала принятия безотлагательных мер [3]. Мероприятия по локализации разливов топлива и очистке территорий от твердых коммунальных отходов выполняются подразделениями по ликвидации экологического ущерба, сформированными по временным штатно-должностным расписаниям. Проводимые работы наглядно показывают заинтересованность Министерства обороны в высококвалифицированных специалистах-экологах, а также масштабы материальных затрат, необходимых для регенерации объектов окружающей среды. Очевидно, что прогнозирование развития экологической ситуации, предупреждение вредного воздействия объектов военной деятельности на природную среду и соблюдение экологических норм гораздо экономичнее и эффективнее.

Принимаемые меры по обеспечению экологической безопасности военных объектов являются неотъемлемой частью безопасности государства, и в их реализации должен принимать участие каждый военнослужащий. В связи с этим, экологическое воспитание курсантов – будущих офицеров и воспитателей – является одной из главных задач системы обеспечения экологической безопасности Вооруженных сил.

Несмотря на активные меры, предпринимаемые военными службами по экологической безопасности, обстановка на военных объектах остается сложной, в некоторых случаях она приближена к катастрофической [1]. Военные специалисты в области экологии отмечают формальный подход к организации природоохранных мероприятий, а соблюдение экологического законодательства в войсках пока не стало повсеместной нормой. Одной из важных причин такого положения дел является и то, что даже место дисциплины «Экология» среди других дисциплин военных вузов до сих пор не определено, хотя уже около тридцати лет назад она была отнесена государственными образовательными стандартами к циклу естественнонаучных дисциплин. С 1993 г. (согласно Федеральным государственным образовательным стандартам) в высшей школе общие математические и естественнонаучные дисциплины являются обязательными для всех направлений и специальностей. К ним относятся пять базовых дисциплин: математика, информатика, физика, химия и экология. Главным принципом формирования структуры этих дисциплин является целостность фундаментального и естественнонаучного образования. Поэтому все дисциплины должны рассматриваться не как отдельные курсы, а как единый цикл математических и естественнонаучных дисциплин, обеспечивающий междисциплинарные связи. В то же время экология носит как мировоззренческий, так и прикладной характер, следовательно, в военных

вузах она должна включать помимо базовых естественнонаучных понятий и экологические аспекты военной деятельности.

В настоящее время в вузах нет единого федерального государственного стандарта экологического образования, который бы гарантировал формирование у курсантов достаточной для дальнейшей профессиональной деятельности экологической культуры и инструментальных профессиональных компетенций. Вузам предоставлена возможность составлять образовательные программы по экологии на свое усмотрение. Экологические составляющие программных компетенций включают когнитивную, деятельностьную, ценностную и рефлексивную сферы. Перечислим основные положения, которые курсанты должны освоить при изучении экологии в вузе: экологические понятия, термины и основные определения; сущность биосферных процессов, роль биологического разнообразия в устойчивости экологических систем; структурные и функциональные особенности популяций, биоценозов и экологических систем; роль человека в биосфере; актуальные проблемы влияния человека на природу и современные пути их решения; факторы воздействия объектов военной деятельности на природную среду; методы, средства, комплексы мероприятий для обеспечения экологической безопасности деятельности войск и личного состава; цели и средства экологического контроля, используемые в войсках; последствия воздействия негативных экологических факторов на здоровье людей; формы и методы экологического воспитания и образования подчиненных; нормативно-правовые, этические и экономические основы природопользования; принципы рационального природопользования; устройства и правила эксплуатации технических средств для оценки экологической обстановки, выявление источников экологического загрязнения; методики оценки экологической ситуации и защиты военных объектов и людей от последствий экологических аварий; принципы организации мероприятий по ликвидации последствий аварий; прогнозирование экологических последствий военной деятельности.

Таким образом, одинаково важно изучение фундаментальных положений экологии и приобретение практических навыков по оценке и прогнозированию негативных экологических последствий военной деятельности. Поэтому дисциплина «Экология» в военном вузе должна включать понятие «экология» в самом широком смысле ее определения, а не выступать прикладной частью одной из военных дисциплин [2].

Однако, каждый вуз, исходя из своих приоритетных интересов, распределяет экологию «частями» по различным военно-профессиональным кафедрам. Чаще всего экологию объединяют с дисциплиной «Радиационная, химическая и биологическая защита» как, например, в Тихоокеанском высшем военно-морском училище имени С.О. Макарова (г. Владивосток), Военном университете Министерства обороны Российской Федерации (г. Москва), Военно-воздушной академии имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж). В Военной академии ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого (г. Москва) экологию преподают на кафедре ракетных топлив и взрывчатых веществ; Балтийском военно-морском институте имени Ф.Ф. Ушакова – на кафедре боевых средств флота. Исключение составляет Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище имени маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского, в котором дисциплина «Экология» изначально была объединена с дисциплинами «Физика» и «Химия» на кафедре естественнонаучных и технических дисциплин, что соответствует требованиям ФГОС.

Квалификационные требования к уровням военно-профессиональной подготовки по дисциплинам естественнонаучного цикла имеют много общего, так как они базируются на фундаментальных законах природы (физических, химических и экологических). Их прикладной характер соответствует специфике военного вуза. Включение дисциплины «Экология» в другой цикл узкоспециализированных военных кафедр приводит к тому, что теряется фундаментальная основа преподавания экологии, которая и составляет основу военной экологии. В связи с этим в военных вузах оптимальным является разбиение дисциплины на два курса: «Основы экологии» (I курс) и «Военная экология» (IV или V курс) со строгим соблюдением междисциплинарных связей.

Профессиональный и интеллектуальный рост военнослужащих может быть достигнут только при повышении уровня образованности в области естествознания, но для этого в первую очередь потребуются сложные и согласованные действия педагогов всех общих естественнонаучных дисциплин. Только в этом случае требуемая во ФГОС фундаментальность преподавания станет реальностью. Для этого необходимо повысить экологическую подготовку самих преподавателей военных вузов (курсы, семинары, ознакомление гражданского преподавательского состава с военными объектами – источниками вредного воздействия на окружающую среду). В рамках междисциплинарного взаимодействия потребуются проведение внутривузовских семинаров для педагогов различных кафедр. Результатом семинаров должна быть выработка экологических компетенций с учетом стандартизации контрольно-измерительных материалов компетенций других дисциплин, разработка критериев и показателей оценки эффективности процесса их формирования и уровня сформированности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочетова Ж.Ю. Авиационно-ракетный кластер как новый класс объектов геоэкологического мониторинга / Ж.Ю. Кочетова // Географический вестник. – 2019. – № 3 (50). – С. 79–91.
2. Селезнева О.В. Экологическая компетентность в модели выпускника военного вуза / О.В. Селезнева // Мир образования – образование в мире. – 2018. – № 1 (69). – С. 81–89.
3. Тришункин В.В. Экологическая безопасность Вооруженных сил Российской Федерации / В.В. Тришункин, О.С. Астафьева // Материально-техническое обеспечение Вооруженных сил Российской Федерации. – 2020. – № 4. URL: <https://mto.ric.mil.ru/Stati/item/253187/> (дата обращения: 24.08.2020).

УДК 37.013 – 057.874 : 502.12

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ УЧАЩИХСЯ СЕЛЬСКИХ ШКОЛ В ОБУЧЕНИИ ГЕОГРАФИИ

Томаш М.С., tmarinka@mail.ru

Учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Аннотация: Статья посвящена изучению процесса экологического воспитания учащихся с учетом реальных условий деятельности школ и особенности социальной ситуации развития сельских подростков. Приводится обоснование путей, средств и условий повышения эффективности экологического воспитания учащихся сельских школ в обучении географии.

Ключевые слова: экологическое воспитание, образование, сельская школа, географическое образование, малокомплектность, экспериментальная модель, природа

ENVIRONMENTAL EDUCATION OF RURAL SCHOOL STUDENTS IN GEOGRAPHY EDUCATION

*Tomas M.S., tmarinka@mail.ru
Establishmentofeducation
"Gomel State University named after Francis Skorina"*

Abstract: The article is devoted to the study of the process of environmental education of students, taking into account the real conditions of schools and the specific social situation of the development of rural adolescents. The rationale for ways, means and conditions for improving the efficiency of environmental education of students in rural schools in geography education is given.

Keywords: ecological education, education, rural school, geographical education, low-completeness, experimental model, nature

Тесная взаимосвязь экологии и этики в решении проблем окружающей среды диктуется тем обстоятельством, что, будучи естественной наукой, экология описывает то, что происходит, Этика предписывает, что должно быть. Именно поэтому экологическое образование и воспитание, представляющее собой сложную междисциплинарную проблему и направленное на формирование у населения норм высоконравственного, ответственного отношения к природе, рассматривается в наши дни как актуальная социально-экономическая и психолого-педагогическая задача.

Сельские регионы занимают около 90 % территории Беларуси. В них проживает около 30 % населения, которое обеспечивает продовольственную безопасность государства. На сегодняшний день проблема села и сельской школы – одна из главных в социально-экономической и культурной жизни страны и стабилизации социально-демографической ситуации на селе. Сельская школа не только осуществляет целенаправленное обучение, воспитание и развитие учащихся, но и координирует общественные воздействия на них со стороны других социальных институтов. Все это откладывает отпечаток на процесс обучения вообще и географии в частности [1].

Особенности процесса обучения в сельской школе обусловлены такими факторами и условиями, как тесная связь с природным окружением и производственными предприятиями; низкая наполняемость классов; малокомплектность; межпредметность в работе учителя; наличие школьного учебно – опытного участка; необходимость совмещения процесса обучения с производительным трудом учащихся на полях базового сельскохозяйственного предприятия и др.

Ведущим фактором становления у школьников ответственного отношения к природе является связь обучения с окружающей средой. В сельской школе большое внимание уделяется наблюдениям за явлениями живой природы и общества. Учащиеся ведут наблюдения за местными географическими объектами и явлениями (погодой, водными объектами, растительностью и животным миром, сельскохозяйственным трудом и т.д.). Результаты наблюдений используются в качестве иллюстративного материала при объяснении новых знаний, формировании пространственных представлений и понятий, изучении причинно-следственных связей и закономерностей географической оболочки. В сельских школах интересно проходят уроки, в содержание которых вводится краеведческий материал (история родного края, местные обычаи и традиции, диалекты, охраняемые виды растений и животных и др.).

Одним из условий реализации экологического образования сельских школьников в обучении географии является единство классной и внеурочной работы. Одна из задач экологического образования – сохранение в естественном виде природы родного края. Воспитание любви к природе и бережного отношения к ней начинаются с самого раннего детства и продолжают в школе. Методика экологического воспитания в сельских школах

характеризуется личностно-ориентированной направленностью. В центре воспитательной системы – личность ребенка[1].

С первого года обучения школьников знакомят с историей своего края и его природой. Дети совершают походы в лес, поддерживают чистоту в прилегающем саду, озеленяют территорию. Школьники проводят работу по оформлению тематических уголков и сбору экологического материала. Во многих сельских школах работают экологические кружки «Юный цветовод», «Резьба по дереву», «Журавінка» и др., проводятся выставки плакатов «Сохраним и защитим природу», выставки из природного материала «Золотая осень», организуются трудовые акции «В помощь птицам», «Чистый лес» и «Чистый двор», конкурсы экологических газет, выставки рисунков и фотографий «Мая Радзіма», стихотворений и сочинений «Мой родны кут». Во всех школах организуется активное участие в работе по озеленению территории школы и населенного пункта[2].

В результате исследований было установлено, что для некоторых сельских школьников характерна теологическая направленность отношения к природе, которая выражается тезисом «Природа – божественное творение, мать всех живых Существ».

В результате теоретических и эмпирических исследований были выявлены следующие компоненты экологического сознания сельских школьников (рисунок 1):



Рис.1 – Компоненты экологического сознания учащихся сельских школ

Примечание – Составлен автором по результатам собственных исследований, проведенных в Ручаевском детском саду-средней школе Лоевского района

Что касается качеств, характеризующих личность в ее отношении к природе, то здесь необходимо отметить отзывчивость, гуманность, бережливость, рачительность, рациональность, ответственность (рисунок 2).

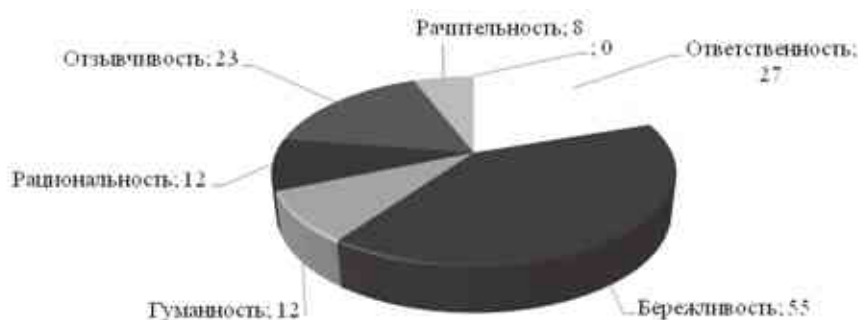


Рис. 2 – Важнейшие нравственно-экологические качества сельских подростков

Примечание – Составлен автором по результатам собственных исследований, проведенных в Ручаевском детском саду-средней школе Лоевского района

Отмеченные особенности должны учитываться учителями географии в организации учебно-воспитательного процесса в специфических условиях сельской школы. Это еще раз убеждает в том, что в сельских школах Беларуси необходимо проводить модернизацию методики обучения географии, направленную на формирование гуманного, рачительного отношения учащихся к природе[2].

Под экологическим воспитанием учащихся сельских школ следует понимать педагогически целенаправленный процесс формирования системы знаний, взглядов и убеждений, умений и навыков, ценностных ориентаций, нравственно-экологических качеств, обеспечивающих становление и развитие у личности ответственного отношения к природе.

Природа для сельского труженика объективно является универсальной ценностью, поскольку это – естественная среда обитания человека, непосредственный объект и важнейшее средство труда, источник сырья и материалов, неиссякаемый родник духовно-нравственных переживаний и т. д. Наконец, в учебно-воспитательном процессе сельской школы природа – важнейшее средство формирования личности.

Стоит отметить, что эффективность любой системы тем выше, чем более прочными и разносторонними являются прямые и обратные связи между ее компонентами. Поэтому возникает необходимость выявления тех реально существующих связей между отдельными компонентами системы экологического воспитания, целенаправленная реализация которых может стать важнейшим фактором совершенствования процесса формирования у личности ответственного отношения к природе[1].

На основе данных положений была разработана экспериментальная модель, вскрывающая основные взаимосвязи компонентов в системе экологического воспитания учащихся сельских школ (рисунок 3).

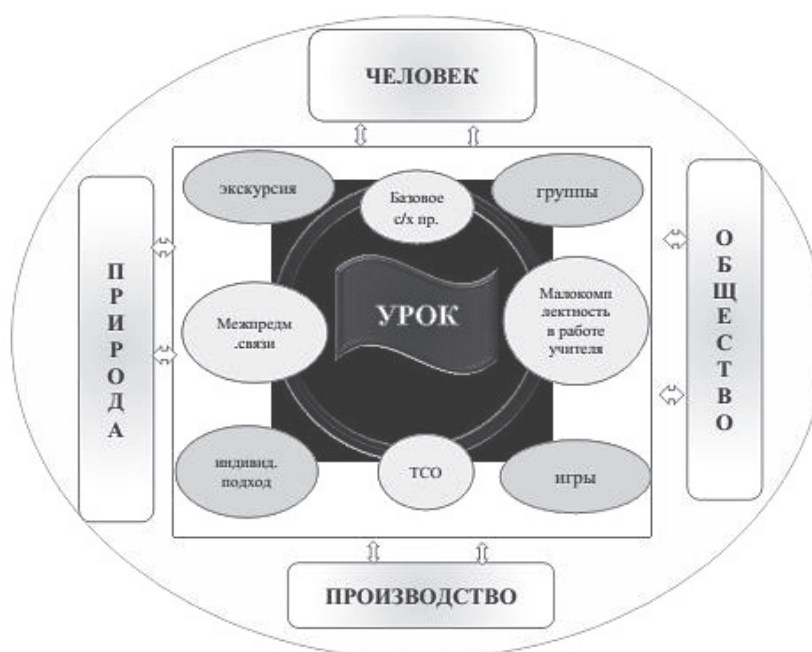


Рис. 3 – Компоненты системы экологического воспитания учащихся сельских школ

Примечание – Составлен автором по результатам собственных исследований, проведенных в Ручаевском детском саду-средней школе Лоевского района

Уроку географии отводится центральное, системообразующее положение в рассматриваемой модели. Урок – это основная форма учебного процесса, который проводится по заранее составленному расписанию с определенным контингентом учеников одного возраста. Урок в специфических условиях сельской школы тесно связан с такими формами организации обучения, как экскурсии, полевые практики, работа на экологической тропе в микрозаповедниках.

Уроки в силу строгой определенности содержания учебного материала не могут предоставить всех необходимых возможностей для экологического воспитания учащихся. Внеклассная работа, будучи составной частью учебно-воспитательного процесса, имеет целью направить активность учащихся на повышение их культурного уровня и углубление знаний, на

развитие способностей, а также на формирование ответственного отношения личности к природе[2].

Внеклассная работа как компонент системы образования и воспитания выполняет функцию моделирования социальных отношений, проявляемых в реальном взаимодействии человека и общества с природой (например, сельского жителя с природой и агропромышленным комплексом). Образование и воспитание во внеклассной работе призвано обеспечить закрепление и дальнейшее развитие системы взглядов, убеждений, знаний, соответствующих умений и навыков, что особенно характерно для сельских школьников, так как они непосредственно имеют тесный контакт как с природой.

Содержание, формы и методы воспитания учащихся сельских школ определяется особенностями реального отношения деревенских ребят к природе, спецификой учебно-воспитательного процесса в условиях малокомплектной школы, а также самим характером сельскохозяйственного труда, протекающего в природном окружении. Особое внимание в процессе экологического воспитания уделяется формированию у подростков осознанного отношения к нравственно-экологическому качеству сельских тружеников. Очень важно составить у подростков целостное представление о сельском труженике и его мировоззрении, знаниях, взглядах и убеждениях, умениях и навыках, ценностных ориентациях как важнейших качествах индивидуума.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что предложенные педагогические пути, средства и условия совершенствования экологического воспитания учащихся сельских школ располагают значительными возможностями для вооружения детей знаниями, умениями и навыками, формирования у них взглядов и убеждений, важнейших пространственных представлений. Разнообразные организационные формы и методы, богатое экологическое содержание учебной деятельности учащихся создают благоприятные условия для накопления положительного социального опыта взаимодействия личности с природой, способствуют формированию у школьников географических и экологических знаний. Данный вывод подтверждают результаты формирующего эксперимента, проведенного в Ручаевском детском саду - средней школе Лоевского района (таблица 1)[2].

Таблица 1 – Уровни географических и экологических знаний сельских школьников в экспериментальных и контрольных классах

п/п	Уровни	Экспериментальные классы		Контрольные классы	
		чел.	%	чел.	%
	Высокий	23	23	16	16
	Средний	67	67	52	52
	Низкий	10	10	32	32
	Всего:	100	100	100	100

Примечание: таблица составлена автором по результатам исследований, проведенных в Ручаевском детском саду-средней школе Лоевского района

Таким образом, учащиеся экспериментальных классов характеризуются более высокими показателями уровня географических и экологических знаний, чем подростки контрольных классов, что является свидетельством эффективности реализованных путей и условий совершенствования экологического воспитания сельских школьников в обучении географии.

Приведенные результаты исследования убедительно свидетельствуют об эффективности разработанной совокупности педагогических факторов, средств и условий совершенствования экологического воспитания учащихся сельских школ и указывают на целесообразность ее внедрения в широкую практику работы сельских школ Беларуси.

Сельским школьникам предстоит в недалеком будущем не только комплексно решать отмеченные проблемы, но и взять на себя всю полноту ответственности за формирование качественно новых отношений между тружеником и землей, и окружающей его природной

средой. Установившиеся тенденции развития белорусского общества свидетельствуют о том, что укрепление Беларуси, сохранение ее природы, здоровья и благосостояния населения, развитие производительных сил немыслимы без обстоятельной общеобразовательной подготовки гражданина на селе. В настоящих условиях сельская школа сохраняет способность к объединению всех нравственно здоровых сил села в заботе о детях, способствует сохранению стабильности и снятию социального напряжения на селе.

Проблема актуальности экологического воспитания вследствие обострения взаимоотношений общества и природы находит отражение во всех известных ныне науках и проецируется во всех школьных дисциплинах. Школьная география, содержание которой отражает основы географической науки, отличается от других учебных дисциплин комплексным подходом к изучению природы, общества и характера их взаимоотношений.

В настоящее время сельская школа является основным, а порой и единственным интеллектуально-культурным центром на селе. Решение многих вопросов жизнедеятельности сельских жителей находится в прямой зависимости от эффективности учебно-воспитательного процесса сельской общеобразовательной школы[2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каропа, Г.Н. Теоретические основы экологического образования школьников / Г.Н. Каропа. – Минск : НИО, 1999. – 188 с.
2. Томаш, М.С. Проблема экологического образования в школьном курсе географии / М.С. Томаш, Д.Н. Богданов, В.О. Лашук // IV Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы наук о Земле в концепции устойчивого развития Беларуси и сопредельных государств» : сб. материалов в 2 ч. Ч.2 / редкол. : А.И. Павловский (гл.ред.) и др. Междунар. науч.-практ. конф., 29-30 ноября 2018 г., Гомель, Беларусь / редкол. : А.И. Павловский (гл. ред. [и др.]). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2018. – С. 303–308.

УДК: 378.147:371.13-075.85:911.2

ПОДГОТОВКА БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ГЕОГРАФИИ К ФОРМИРОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Чубаро С.В., sv.chubaro@gmail.com

*Учреждение образования «Витебский государственный университет
имени П.М. Машерова», г.Витебск, Республика Беларусь*

Аннотация: В статье рассматривается проблема формирования экологической культуры будущих учителей географии. Раскрывается структура и условия развития эколого-педагогической компетенции. Представлен опыт эколого-профессиональной подготовки студентов.

Ключевые слова: экологическая культура, эмоционально-ценностное отношение к природе, эколого-педагогическая компетенция, образовательные технологии, география, будущий учитель

TRAINING OF THE FUTURE TEACHER OF GEOGRAPHY FOR FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE OF PUPILS

S.V. Chubaro, sv.chubaro@gmail.com

Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Republic of Belarus

Abstract: The article deals with the problem of forming of ecological culture of future teachers. The structure and conditions for the development of ecological and pedagogical competence are revealed. The experience of ecological and professional training of students is presented.

Keywords: ecological culture, emotional and valuable attitude to nature, ecological and pedagogical competence, educational technologies, geography, future teacher

Экологическое воспитание является приоритетным направлением современной системы образования. В качестве ведущей сегодня выступает задача формирования эмоционально-ценностного отношения, основанного на гуманистическом подходе к природе и человеку как равноправным партнерам взаимодействия. Выполнение данной задачи обеспечивается за счет придания экологической направленности всему образовательному процессу, решающей фигурой которого является личность учителя. Педагог должен быть экологически грамотным, обладать высоким уровнем экологической культуры, иметь сформировавшееся экологическое сознание. Таким образом, экологизация образования зависит, прежде всего, от учителя, его социальной и профессиональной позиции, мировоззрения, культуры и сформированности экологической компетентности как составной части профессиональной подготовки[1].

Анализ образовательного стандарта направления специальности 1-31 02 01-02 География (научно-педагогическая деятельность) показал, что одной из задач профессиональной деятельности специалиста является пропаганда экологических знаний и формирование элементов экологической культуры обучающихся. Однако следует отметить, отсутствие в квалификационной характеристике выпускника параметра сформированности экологической культуры, а в перечне компетенций – эколого-педагогической компетенции. Учитывая актуальность экологического образования и воспитания, на наш взгляд, следует отразить данное направление в стандарте. В настоящее время эта проблема может решаться в ходе составления преподавателями вуза учебных программ по отдельным дисциплинам за счет экологизации содержания.

Формирование эколого-педагогической компетентности будущего учителя представляет собой целенаправленную систему экологического образования и воспитания.

В структуре эколого-педагогической компетенции Бобылевой Л.А. выделены следующие компоненты:

1) когнитивный – предполагает развитие естественнонаучных, эколого-географических, эколого-биологических, социально-экологических понятий, научных фактов, законов и закономерностей, теорий; сформированность системы методологических, теоретических, методических и технологических знаний, умений и опыта, необходимых для конструирования эколого-образовательной деятельности учащихся;

2) ценностно-мотивационный – отражает социально-нравственную позицию будущего учителя, имеющего развитую мотивацию природоохранной, здоровьесберегающей и эколого-педагогической деятельности, его стремление к достижению целей развития у обучающихся экологической культуры и эмоционально-ценностного отношения к природе;

3) операционно-деятельностный – включает систему эколого-педагогических умений, навыков и опыта во взаимодействии с различными экосистемами, а также проектированию, организации, диагностике, оценке и коррекции результатов экологического воспитания обучающихся [2].

Процесс формирования эколого-педагогической компетентности будущего учителя определяется соответствующими условиями:

– интеграция элементов образовательного процесса на всех этапах обучения;

- согласованность педагогических воздействий на когнитивном, эмоциональном и деятельностном уровнях;
- разнообразие используемых организационных форм, методов обучения и воспитания студентов [2].

Эколого – профессиональная подготовка будущего учителя географии в нашем опыте включает несколько этапов.

Первый этап предполагает осмысление студентами значения экологических знаний в процессе формирования экологической культуры учащихся; формирование мотивов природоохранной деятельности и понимание роли экологического воспитания и образования; формирование целостной системы экологических знаний, умений, опыта разработки методов и приемов эколого-образовательной деятельности обучающихся.

Реализация данного этапа предполагает выявление и использование экологического потенциала изучаемых студентами дисциплин, в первую очередь из цикла специальных дисциплин учебного плана специальности 1-31 02 01 География (научно – педагогическая деятельность). Расстановка необходимых экологических акцентов в их содержании позволяет обеспечить непрерывность и преемственность эколого-профессиональной подготовки студентов.

Особая роль в формировании эколого-педагогической компетентности отводится методическим дисциплинам: «Методика преподавания географических дисциплин» и «Современные технологии преподавания географии». Эффективным является использование на занятиях методик, способствующих погружению студентов в будущую профессиональную деятельность: разработка планов-конспектов уроков, основанных на экологизации содержания изучаемого материала, внеклассных мероприятий или экскурсий в природу, проведение деловых игр «Тренировочный урок» (выступление студента в роли учителя перед группой), с последующим анализом, например, форме игры «Итоги». Для проведения игры группу предварительно делят на 3 части: 1) «единомышленники автора» – отмечают и обосновывают только положительные стороны урока; 2) «противники автора» – обращают внимание только на недостатки урока и аргументированно критикуют их и 3) «эксперты» – оценивают убедительность выступающих и подводят итог работы.

Важным является включение в образовательный процесс современных образовательных технологий. В рамках технологии проектного обучения студентами разрабатывается тематика и планы проведения экологических исследовательских проектов для учащихся разных возрастных групп. Технология развития критического мышления через чтение и письмо предполагает овладение студентами соответствующих приемов и отработку их применения на экологическом материале. Использование технологии кейс расширяет рамки понимания изучаемого предмета через призму конкретной жизненной экологической ситуации. Достоинством данной технологии является ориентированность на выработку студентами новых знаний в сотрудничестве преподавателем, формирование практических навыков выявления и решения проблем, постановки задач, анализа и синтеза информации, принятия решений. При этом происходит развитие системы ценностей, жизненных установок, профессиональных позиций.

Среди основных мероприятий по реализации «Программы непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи на 2016-2020 гг.» в Республике Беларусь определена разработка и реализация учебных программ факультативных занятий по формированию экологической культуры обучающихся. В связи с этим возникла необходимость подготовки будущих учителей географии к реализации данного направления. Совместно со студентами разработаны программы ряда факультативных курсов: «Экологическое краеведение», «Биологическое разнообразие Беларуси», «Человек и его здоровье», «Организм и среда», «Природа и общество», «Устойчивое развитие», «Геоэкологические проблемы области (района).

Следующий этап реализации системы экологического образования и воспитания студентов подразумевает расширение предметной сферы их эколого-педагогической деятельности, формируются необходимые знания, умения и опыт непосредственно школе, в

ходе производственной педагогической практики. На практике студенты изучают и обобщают передовой педагогический опыт, проводят экологизированные уроки, внеклассные мероприятия, имеют возможность освоить и применить различные эколого-образовательные формы работы (таблица 1).

Таблица 1 – Основные направления и формы эколого-образовательной деятельности

Основные направления	Формы эколого-образовательной деятельности
1.Изучение теоретических экологических вопросов	Проведение экологических диспутов. Написание рефератов и научно-исследовательская работа. Экологическое моделирование и прогнозирование. Решение экологических задач. Сочинение экологических сказок.
2.Практическая деятельность на природе и с природными материалами	Экологические прогулки, экскурсии. Работы по экологизации педагогической среды (экологический дизайн классных комнат, рекреаций, пришкольной территории).
3. Игровая деятельность	Неимитационные и имитационные игры экологического содержания (викторины, сюжетные, ролевые и деловые игры).
4.Комплексное направление	Сочетание разных форм работы. Проведение недели экологии, экологических олимпиад, акций, праздников.

В экологической подготовке учителя географии особое место занимают учебные практики в ходе которых происходит знакомство с геологическими, геоморфологическими, гидрологическими, почвенными, природно-климатическими, экологическими особенностями района практики. Изучение разнообразия и закономерностей природы при непосредственном общении с ней, не только повышает уровень приобретаемых знаний, но и пробуждает интерес к ее познанию, эстетические, нравственные и патриотические чувства, что формирует экологическую культуру будущего учителя [2].

Система эколого-профессиональной подготовки учителя географии обязательно включает организацию научно-исследовательской работы студентов по проблемам экологического образования и воспитания обучающихся. В рамках работы методической секции географического кружка, а также в ходе выполнения курсовых и дипломных работ студенты изучают теоретический и практический опыт экологического воспитания и образования, разрабатывают и апробируют содержание и методические рекомендации в данной области, осуществляют творческий поиск эффективных средств экологического образования и воспитания учащихся, проводят диагностику, оценку и коррекцию результатов экологического воспитания обучающихся.

Таким образом, экологические приоритеты в образовании требуют поиска новых подходов, методов, форм, способов и средств формирования экологической культуры обучающихся, что обуславливает необходимость развития эколого – педагогической компетентности будущих педагогов, в том числе географов. Решение данной задачи опирается на соблюдение ряда педагогических условий, предполагает экологизацию содержания профессионального образования и активное привлечение образовательных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулкаримова, А.М. Формирование экологической культуры учителя как научно-педагогическая проблема / А.М. Абдулкаримова // Проблемы региональной экологии. – (<http://naukarus.com/formirovanie-ekologicheskoy-kultury-uchitelya-kak-nauchno-pedagogicheskaya-problema>).
2. Бобылева, Л.А. Эколого-педагогическая подготовка учителя начальных классов в современном вузе / Л.А. Бобылева // Современные наукоемкие технологии. – (<https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=37358>).

ГЛАВА 4

СИСТЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 550.3+624.131

АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В СВЯЗИ С ТЕХНОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Агаева.Л.А.¹, e-mail: larisa.agayeva@mail.ru. Байрамова И.А.², кандидат геолого-минералогических наук,

Ходжаева А.³, кандидат физико-математических наук, e-mail: khojaev-a-isast@mail.ru

*1 - Научно-исследовательский институт Сейсмостойкого строительства Министерства
Строительства и архитектуры Туркменистана, город Ашхабад, Туркменистан;*

*2 - Институт Природного газа Государственного Концерна «Туркменгаз», город Ашхабад,
Туркменистан;*

*3 - Институт Сейсмологии и физики атмосферы Академии наук Туркменистана, город
Ашхабад, Туркменистан.*

Аннотация. Техногенное воздействие на состояние окружающей среды постоянно сопровождает практически все виды человеческой деятельности. В статье приводятся некоторые данные анализа региональных изменений геологической среды в связи с техногенным воздействием на примере территории Приаральской зоны Туркменистана. Показана необходимость дальнейшего изучения влияния жизнедеятельности человека на геологическую среду.

Ключевые слова: техногенез, окружающая среда, локальные изменения, регион, степень загрязненности, подземные воды, растворение, разрушительная деятельность, орошение, подтопление, охрана геологической среды.

ANALYSIS OF THE REGIONAL CHANGE OF THE GEOLOGICAL AMBIENCE IN CONNECTION WITH TECHNOLOGIST INFLUENCE

L.A.Agayeva¹, e-mail: larisa.agayeva@mail.ru, I.A.Bayramova², candidate of geology-mineralogy sciences,

A.Khojayev³, candidate of physics-mathematical sciences, e-mail: khojaev-a-isast@mail.ru

*1 - Research institute of Seismic stability construction Ministry Construction and Architectures of
Turkmenistan, Ashgabat city, Turkmenistan;*

2 - Institute of the Natural gas of the State Concern «Turkmengas», Ashgabat city, Turkmenistan;

*3 - Institute of Seismology and physics of atmosphere Academy of sciences of Turkmenistan, Ashgabat
city, Turkmenistan.*

Abstract: Technogenic influence on a state of environment constantly accompanies almost all kinds of human activity. In article some data of the analysis of regional changes of the geological environment in connection with technogenic influence on an example of territory of the Priaral zone of Turkmenistan is cited. Necessity of the further studying of influence of ability to live of the person on the geological environment is shown.

Keywords: technogenesis, environment, local changes, region, impurity degree, underground waters, dissolution, destructive activity, an irrigation, flooding, protection of the geological environment.

Областью геологической деятельности человека является геологическая среда – верхняя часть земной коры и внешние оболочки Земли. Геологическая среда формируется в результате сложного и долгого взаимодействия внешних оболочек Земли под влиянием эндогенных и экзогенных сил. Совокупность всех видов воздействия человека на геологическую среду называется техногенезом. Этими воздействиями прежде всего являются инженерно–строительные, сельскохозяйственные, промышленные, гидротехнические и другие отрасли. Техногенное воздействие человека всегда направлено на определенный участок земной коры и вызывает последствия, обусловленные, с одной стороны, свойствами и процессами данной части геологической среды и, с другой, характером и интенсивностью воздействия на него.

Характер техногенного воздействия зависит от характера освоения и конструктивных особенностей сооружения. В соответствии с этим, в качестве признаков типизации выбираются: вид строительства, тип сооружения и технология эксплуатации. Данные признаки определяют масштаб изменений геологической среды (региональный или локальный) и их характер (площадные, точечные или линейные) [4]. Наибольшие региональные изменения вызывают мелиоративные мероприятия: возникают процессы подтопления и вторичного засоления земель, что повсеместно приводит к активизации просадочного процесса; с водохранилищами и участками крупных магистральных водоводов связано затопление крупных понижений в рельефе и, как следствие, формирование обширной зоны подпора подземных вод и подтопления, например, озеро Сарыкамыш, расположенное на севере в Дашогузском велаяте [1].

Локальные изменения геологической среды вызываются промышленно-гражданским строительством и разработкой месторождений полезных ископаемых. Прокладка и эксплуатация автомобильных и железных дорог активизирует эоловые и суффозионные процессы – примером может служить участок Аксу-Бабадурмаз на предгорной равнине Восточного Копетдага. Особенности геологического строения, рельефа, гидрогеологических и инженерно-геологических условий, климата – все это в совокупности с техногенным воздействием определяет характер и степень изменений геологической среды.

В площадном плане наибольшие региональные изменения под влиянием разнообразного мелиоративного строительства произошли на супесчано-суглинистых аллювиальных равнинах вдоль крупных рек (Амударьи, Теджена, Мургаба) и вдоль Каракумского канала (по предгорной равнине Копетдага). Наиболее интенсивные изменения также происходят в дельтах крупных рек, например, Амударьи, имеющий низкий естественный отток. В самостоятельные типы выделены изменения геологической среды в Приаралье, вызванные снижением уровня Аральского моря и осушением его дна. Это привело к образованию солончаковой пустыни, соли которой постоянно развеваются ветром. Значительная часть территории Туркменистана охвачена этим процессом.

Практически всем городам присуще самоподтопление, вызванное большими объемами водопотребления, изменением естественных путей движения грунтовых вод, несовершенной технологией производственных процессов и возможно низким качеством коммунальных сетей.

В районах промышленных предприятий также высока степень загрязненности поверхностных и грунтовых вод. Вдоль трасс автомобильных и железных дорог, линий электропередач и трубопроводов изменения среды связаны с разрушением верхнего слоя почво-грунтов, развитием процессов дефляции и просадок, активизацией линейной эрозии, загрязнением грунтов и подземных вод [4]. Региональное северо-западное направление потока грунтовых вод (от реки Амударьи к Каспийскому морю) контролирует характер подтопления и засоления территории, которые достигают максимумов в оазисах (грунтовые воды выходят на поверхность). В предгорных равнинах с хорошей дренированностью изменения выражены конечно слабее.

Значительно изменены лессовые породы в зонах подтопления, где они потеряли одно из своих главных свойств – просадочность. На орошаемых землях просадочные процессы максимально развиты и сопровождаются формированием провальных воронок и трещин

проседания. Сбросы дренажных вод с Предгорной равнины Копетдага в Каракумы отравляют биоценозы пустыни, влекут за собой загрязнение подземных вод и поверхностных водотоков на значительной территории. Интенсивное освоение территории страны на современном этапе хозяйствования привело к глубоким изменениям геологической среды, которые проявляются на локальном и региональном уровне и зависят от характера и вида техногенного воздействия. Отдельные районы уже сейчас испытывают на себе результаты начавшихся необратимых изменений. Например, это в первую очередь Приаральская зона, куда входит Дашогузский велаят [1]. В связи с проблемой усыхания Арала продолжают процессы иссушения и засоления земель, деградация экологической обстановки, значительное ухудшение качества питьевой воды, в связи с этим в этом регионе сложилась крайне неблагоприятная эпидемиологическая обстановка.

В геологической деятельности подземные воды производят более разрушительное действие, чем созидательное [3]. Так, разрушительная деятельность проявляется в растворении и выщелачивании. Растворение и выщелачивание возрастают с увеличением температуры, давления и содержания в воде кислот и щелочей. В первую очередь разрушительному действию подземных и поверхностных вод подвергаются галогенные породы, хлоридные, сульфатные, карбонатные, а также сульфидные залежи.

Расположение Туркменистана внутри материка обуславливает резкую континентальность климата, которая проявляется в больших суточных и годовых колебаниях метеорологических факторов. Территория страны принадлежит к бессточным бассейнам Аральского и Каспийского морей, входит в географическую зону внутритропических пустынь северного полушария и имеет общую наклонность с юго-востока на северо-запад. Этот регион относится к зоне с очень засушливым климатом, который непосредственно влияет на все компоненты природной среды, в том числе и на подземные воды.

Грунтовые воды, по причине относительно лёгкой доступности, имеют большое значение для народного хозяйства как источники водоснабжения промышленных предприятий, городов, посёлков, населённых пунктов в сельской местности и т. д. Грунтовые воды характеризуются постоянным притоком, накапливаются как в рыхлых пористых, так и в твердых горных породах [3]. Глубина залегания УГВ зависит от характера рельефа и хозяйственной деятельности человека, интенсивность которой последние десятилетия значительно возросла. На территории Туркменистана глубина залегания УГВ изменяется от 0 до 100 и более метров. Подземные воды с небольшой глубиной залегания распространены на орошаемых массивах, которые приурочены к основным водным артериям страны. Так, вдоль русла Каракум реки воды залегают на глубинах от 1 м до 3-5 м. По мере удаления к горам Копетдаг и в пески Каракумы величины глубин залегания УГВ возрастают. В долине реки Амударьи глубина залегания подземных вод на левом берегу колеблется от 2 м до 3 м, на правобережье реки и в центральной части Дашогузского оазиса до 5 м. В юго-восточном и северо-западном направлениях от дельты Амударьи глубина УГВ растёт, достигая 100 м и более метров [1].

В Тедженском, Мургабском и Серахском оазисах, расположенных в пределах дельт Мургаба и Теджена глубина УГВ составляет 2-6 м. По мере удаления от долин рек, глубина залегания подземных вод закономерно увеличивается, достигая в Центральных и Низменных Каракумах значений свыше 40 м. Территории с глубоким залеганием УГВ приурочены к песчаному массиву междуречья Амударья-Мургаб, к горно-складчатому сооружению Копетдаг, горному Койтендагскому массиву, Большому и Малому Балханам и Бадхыз-Карабильской возвышенности, где глубина до воды достигает 50-70 и более метров. Подземные воды предгорной равнины Копетдага вскрыты на глубинах от 10 до 20 м и более.

В условиях засушливого климата вследствие кратковременности выпадения и малого количества атмосферных осадков, а также слабой дренированности местности подземный сток грунтовых вод не развивается; в расходной части баланса грунтовых вод преобладает испарение и происходит их засоление. Вблизи рек, водоемов, водохранилищ и т. п. грунтовые воды в значительной степени опреснены и по качеству могут удовлетворять нормам питьевой

воды. Для подземных вод большей части территории Туркменистана свойственна высокая минерализация, достигающая 50 г/дм³ и более (минерализация – сумма всех минеральных веществ, растворённых в воде, выраженная в граммах абсолютно сухого остатка, полученного выпариванием 1 литра воды). Месторождения пресных (до 1,0 г/дм³) и слабосолоноватых (до 3,0 г/дм³) подземных вод сравнительно малочисленны[1].

Инженерно-строительная деятельность человека и другие техногенные причины изменяют естественные режимобразующие факторы и способствуют возникновению новых, так формируется искусственный (или нарушенный) режим подземных вод. Деятельность человека может проявляться в повышении или в понижении УГВ, в изменении их химического состава, расхода и температуры.

Под влиянием антропогенных факторов УГВ может подниматься на 10 – 15 м и более. На орошаемых площадях вследствие просачивания оросительных вод УГВ повсеместно повышается. Это приводит к увеличению испарения грунтовых вод и повышению их минерализации, поэтому в нашей стране не проектируются оросительные системы без применения дренажа. Понижение УГВ вызывается длительными откачками воды для водоснабжения, осушением заболоченных земель, строительным водопонижением, дренажем и другими причинами. Чем интенсивнее работы по отбору воды из недр земли, тем на большую глубину снижаются УГВ[2].

Имеющиеся в регионе водные ресурсы ограничены и в случае необходимости прироста орошаемых земель вода должна высвободиться за счет более рационального ведения водного хозяйства на землях существующего орошения. Одновременно должна решаться задача мобилизации водных ресурсов для обводнения осушаемого побережья Аральского моря и прекращения опустынивания дельты реки Амударьи. Следовательно, в ближайшей перспективе следует ожидать сокращения водоподачи на уже освоенные площади. Изменения водного режима на освоенных и осваиваемых территориях должны отразиться и на изменении уровня и минерализации грунтовых вод. Можно ожидать, что внедрение водосберегающих технологий на освоенных площадях повлечет за собой некоторое снижение максимальных УГВ, но средняя глубина залегания останется менее 3 м.

Степень минерализации грунтовых вод на орошаемых массивах со слабой степенью дренированности в большинстве случаев повысится, причем соотношение компонентов останется без существенных изменений, разве что может уменьшиться доля гидрокарбонатов. В количественном выражении рост минерализации будет зависеть от многих местных факторов и, в первую очередь, от исходной степени минерализации и уровня искусственной дренированности. Для территорий, где минерализация грунтовых вод 1-3 г/дм³, она может повыситься до 3 г/дм³ с переходом от слабой сульфатной агрессивности в агрессивный разряд (содержание сульфат-иона более 800 мг/дм³).

На площадях нового орошения с глубиной залегания грунтовых вод 10–15м и более в результате резкого усиления питания при орошении будет повышаться горизонт грунтовых вод до достижения установившегося сбалансированного состояния, уровень которого будет определяться условиями оттока. Площадями, намечаемыми под орошение, являются аллювиально-дельтовые равнины и периферии конусов выноса, имеющие весьма затрудненные условия оттока грунтовых вод. Поэтому здесь в течение ряда лет будут последовательно повышаться средние годовые УГВ, пока не будет достигнута “критическая глубина” (2–3м), при которой вступает в действие процесс интенсивного испарения грунтовых вод и начинает работать система искусственного дренажа, обеспечивающая мелиоративное благополучие земель [1].

Исходя из опыта орошения аналогичных по гидрогеологическим условиям территорий: дельт рек Теджена, Мургаба, Амударьи, среднегодовое приращение УГВ следует ожидать порядка 1м. Характерная для рассматриваемых районов высокая исходная минерализация грунтовых вод (более 10-5 г/дм³ в период подъёма уровня будет последовательно уменьшаться до 5 г/дм³, вода сохранит высокую сульфатную агрессивность). При достижении уровнем

“критических” глубин дальнейшая динамика минерализации и агрессивность воды будут зависеть от системы мелиоративных мероприятий.

Условия обеспеченного оттока грунтовых вод на площадях нового орошения могут создаваться в привершинных частях конусов выноса на Прикопетдагской предгорной равнине при машинной подаче воды из Каракум реки. Здесь подъем УГВ будет ограничен усилением оттока их к периферии конусов выноса и не достигнет “критических” глубин. На периферии конусов выноса усиление притока подземных вод, не имеющих регионального стока, вызовет заболачивание зоны разгрузки с высокой сульфатной агрессивностью, если своевременно не будут приняты меры по строительству систем вертикального дренажа или же по интенсивной эксплуатации пресных подземных вод выше зоны их разгрузки.

Региональные тенденции развития экзогенных геологических процессов ближайшие десятилетия будут в первую очередь связаны с усыханием Аральского моря: усиление опустынивания и засоления. Подтопление распространено на всех крупных орошаемых массивах. Процесс подтопления будет усиливаться в связи со строительством ирригационных сооружений и подъемом УГВ, который приведет к вторичному засолению почв, поэтому основными мелиоративными мероприятиями будут служить промывка земель и строительство коллекторно-дренажной сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байрамова И.А. Подземные воды Туркменистана. – Ашхабад: ТГСП, 2012. – 206 с.
2. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М.: Недра, 1984. – 259 с.
3. Ершов В. В. Основы геологии / В.В.Ершов, А.А.Новиков, Г.Б.Попова. – М.: Недра, 1994. – 357 с.
4. Методическое руководство по изучению и эколого-экономической оценке техногенных месторождений. Сборник нормативно-методических документов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. – М.: ГКЗ, 1998. – С. 209–245.

УДК 658.567(066)

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Гоппен Т.С., tgoppen@mail.ru

Акционерное общество «Росгеология», Москва, Россия

Аннотация: в статье рассматриваются проблемы отработки техногенных отходов горно-добывающего и горно-перерабатывающего комплекса, обосновывается необходимость разработки системного подхода управления отходами

Ключевые слова: отходы горно-промышленного комплекса, техногенные месторождения, экологическое воздействие освоения месторождений, минерально-сырьевая база

ANALYSIS OF THE PROBLEMS ARISING FROM THE USE OF WASTE FROM THE MINING AND PROCESSING INDUSTRIES

T.S. Goppen, tgoppen@mail.ru

Rosgeo, Moscow, Russia

Abstract:The article discusses the problems of mining technogenic waste mining and mining and processing complex, substantiates the need to develop a systematic approach to waste management

Keywords:wastes of the mining and industrial complex, man-made deposits, environmental impact of the development of deposits, mineral resource base.

Важнейшим экономическим фактором развития Российской Федерации является обеспеченность ее природными ресурсами. Долгосрочные экономические и геополитические интересы существенно зависят от состояния минерально–сырьевой базы, воспроизводство которой на современном технологическом уровне является одной из ключевых задач геологической отрасли.

При этом одной из основных проблем минерально–сырьевой базы Российской Федерации на протяжении последних лет является отставание объемов прироста запасов основных полезных ископаемых от объемов их добычи.

В связи с этим, поиск и развитие новых способов воспроизводства минерально–сырьевой базы становится приоритетной задачей для государства. Одним из перспективных источников сырья являются отходы горно–добывающей промышленности.

Сводный анализ плюсов и минусов отработки техногенных отходов представлен в Таблице 1.

Таблица 1 — «Плюсы» и «минусы» отработки техногенных отходов

Позитивные предпосылки	Негативные предпосылки
Концентрация в техногенных образованиях весьма значительного количества рудного металлического и неметаллического промышленно значимого минерального сырья с содержаниями и запасами, нередко сопоставимыми с таковыми в эксплуатируемых в настоящее время природных месторождениях	Содержания полезных компонентов, как правило, достаточно низкие. При их извлечении количество образующихся отходов оказывается сопоставимо с первичным объемом переработанной массы
Наличие информации о качественном и количественном составе сырья, что упрощает производство геологоразведочных работ	Низкие содержания полезных компонентов, а во многих случаях и формы их нахождения и комплексный состав предусматривают достаточно сложную технологию извлечения, в том числе с использованием химических реагентов, способных приносить экологический вред окружающей среде
Продуктивный материал находится уже на поверхности земли, в разной мере измельчен, дезинтегрирован; полезные минералы в той или иной степени высвобождены из вмещающей горной массы	Комплексный характер полезного сырья при довольно низких содержаниях, требует максимально полное извлечение всех ценных компонентов, в том числе и таких, на которые в настоящее время нет промышленного спроса
Продуктивный материал классифицирован по крупности и обесшламлен, что упрощает целый ряд технологических операций (отделение от массива, перемещение на поверхность, дробление, измельчение и т.д.)	Включение в отработку старых лежалых отвалов, в которых происходит нередко изменение их качества за счет дополнительного высвобождения и перераспределения ценных компонентов и может оказать негативное экологическое влияние из-за обилия промышленных пылей, изменения гидрохимических показателей поверхностных и подземных вод и т.д.
По составу заключенных в них полезных компонентов техногенные образования в большинстве своем являются комплексными, содержащими как металлическое, так и не металлическое сырье, и могут представлять интерес для различных отраслей промышленности	Высокие экономические риски в связи с низкой предсказуемостью качества отходов недропользования

Позитивные предпосылки	Негативные предпосылки
Отходы недропользования возобновляются в течение периода работы ГОКов, металлургических заводов, предприятий тепловой энергетики	
Возможность снижения экологической нагрузки на природную среду	
Размещение отходов недропользования в районах с развитой инфраструктурой.	

Хотя объемы рудных полезных ископаемых, содержащихся в отходах предприятий горно-промышленного комплекса, сопоставимы с запасами крупных месторождений, проблема техногенных отходов напрямую не сформулирована ни одним из действующих отраслевых программных документов

Одним из основных препятствий на пути к эффективному использованию техногенных отходов является неопределенность их статуса в российском законодательстве, что вызывает конфликт в правовом регулировании деятельности по использованию образующихся и накапливаемых отходов. Отношения, возникающие при вовлечении техногенного минерального сырья в хозяйственный оборот, регулируются достаточно фрагментарно и неэффективно.

Действующее законодательство относит техногенные отходы горнодобывающего производства к отходам производства и потребления. Соответственно при определении порядка обращения с такими отходами используются нормы Федерального закона «Об отходах производства и потребления». Возможность отдельного использования техногенных отходов горно-промышленного комплекса в рамках правового регулирования, предусмотренного Законом РФ «О недрах» отсутствует. При этом необходимо отметить, что данный вид отходов существенно отличается от отходов иных производств, может являться источником сырья и требует специального обращения. В связи с этим необходимо правовое регулирование данного вопроса в законодательстве в области недропользования [2, 5, 6, 7, 9].

Отходы горнодобывающих и перерабатывающих производств — это минеральные объекты, как правило, с небольшими запасами полезного компонента. Рентабельность их освоения в рамках существующего традиционного недропользования оказывается, как правило, существенно ниже, чем рентабельность освоения природных месторождений. Данное обстоятельство снижает экономический интерес для крупных горнодобывающих компаний. В свою очередь, для небольших компаний, лицензионный порядок представления права пользования техногенными объектами, к которым относятся отходы горнодобывающих и перерабатывающих производств, является обременительным.

Таким образом, в условиях действующей системы лицензирования, техногенные отходы, как объект инвестиций, являются непривлекательными, в связи с чем, мы сталкиваемся с крайне низкой степенью вовлечения их в хозяйственный оборот. Это влечет за собой нерациональное пользование недрами, поскольку образующиеся при добыче и переработке полезных ископаемых отходы, в которых присутствуют полезные компоненты, остаются нетронутыми.

При попытке вовлечения в разработку отходов горнопромышленного комплекса возникает ряд типовых проблем:

- 1) предприятие, генерирующее отходы, не хочет передавать их в переработку;
- 2) нерентабельность переработки отходов;
- 3) отсутствие спроса на продукцию, производимую из отходов горно-промышленного комплекса;
- 4) платежи за негативное воздействие на окружающую среду накопленных отходов;
- 5) в результате производственной деятельности по переработке отходов могут возникать новые источники загрязнения окружающей среды;

6) новые технологические процессы могут приводить к непредсказуемому увеличению производственных затрат;

7) отсутствие промышленного оборудования для новых технологий переработки отходов горно-промышленного комплекса;

8) отсутствие государственной поддержки переработки отходов.

Постепенное реформирование системы обращения с отходами направлено преимущественно на твердые бытовые отходы. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» требует от производителей обеспечить утилизацию отходов от использования их товаров. Экологические сборы, нормативы утилизации по каждой категории товаров, запрет на захоронение ряда отходов – все это стимулирует переработку возникающих бытовых отходов.

Для отходов горнодобывающих и перерабатывающих предприятий подобные меры не приняты. Низкие ставки платежей за негативное воздействие на окружающую среду приводят к тому, что предприятиям выгоднее складировать образующиеся отходы[1].

Таким образом, необходимо разработать системный подход для управления отходами горнодобывающих и горно-перерабатывающих производств, который способствовал бы решению финансовых и организационных проблем изучения и использования таких отходов с учетом соблюдения технологических, экономических и экологических особенностей.

Выводы

Для обеспечения стимулирования пользователей недр к разработке отходов с целью извлечения из них полезных компонентов, необходимо внести ряд изменений в действующие нормативно-правовые акты:

9) Деятельность, связанную с формированием и разработкой отходов недропользования отнести к виду пользования недрами, а право собственности на отходы недропользования закрепить за государством.

10) Право собственности на созданные в процессе основной деятельности отходы недропользования закрепить за пользователем недрами, а деятельность, связанную с отходами недропользования отнести к деятельности, регулируемой нормами гражданского права.

11) Право собственности на отходы прошлой деятельности при неустановленном правообладателе, а также законсервированные и рекультивированные отходы закрепить за государством и включить в государственный реестр объектов размещения отходов.

12) Разработать систему стандартов по требованиям к качеству и методам оценки качества техногенного сырья и продукции на его основе, по проектированию разработки и освоения отходов недропользования, а также методологию оценки объектов размещения отходов недропользования.

13) Разработать меры, стимулирующие переработку, а не захоронение отходов недропользования – ввести ответственность производителя за обеспечение утилизации отходов горно-промышленного комплекса, запрет захоронения отходов при наличии возможности их переработки, ограничить возможность разработки новых месторождений при наличии источников техногенного сырья, создать систему государственного субсидирования опытных производств, развивающих технологии переработки отходов горно-промышленного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волынкина Е.П. Анализ состояния и проблем переработки техногенных отходов в России. Вестник Сибирского государственного индустриального университета № 2 (20), 2017 с.43-49
2. Дудиков М.В. О проблемах согласования права государственной собственности на недра с правомочием на отвалы и отходы горнодобывающего и связанных с ним перерабатывающих производств, а также горные выработки (карьеры, полости). Юрист. - 2013. - № 4. - С. 9 - 15.
3. Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах».

4. Карпенко Н.Б. Правовые аспекты учета и переработки техногенных месторождений. Золотодобыча. - 2010. - №140. - Режим доступа: <http://zolotodb.ru/articles/docs/discuss/10401>.
5. Максимова А.М. Организационно-экономический механизм извлечения редких и редкоземельных металлов из отходов горнодобывающих предприятий. Рукопись диссертации на соискание ученой степени к.э.н. – М., 2018. 201 с.
6. Надымов Д.С. Критический анализ порядка предоставления права пользования техногенными месторождениями интернет журнал «Наукоедение», - 2014. - № 6(25) - Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/12EVN614.pdf>.
7. Невская М.А. Проблемы нормативно-правового обеспечения управления отходами добычи и переработки полезных ископаемых. Актуальные вопросы развития минерально-сырьевого комплекса России: состояние рынков, энергетическая безопасность, рациональное недропользование, нормативно-правовое обеспечение, методы оценки рисков, системы управления. Отдельные статьи: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2015. — № 2 (специальный выпуск 8). — 80 с. — М.: Издательство «Горная книга» с. 4250
8. Парламентские слушания на тему: «Законодательное обеспечение повышения инвестиционной привлекательности пользования недрами на территории Российской Федерации и ее континентальном шельфе». [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.komitet221.km.duma.gov.ru/site.xp/05-2050050124049048055052.html>.
9. Подтуркин Ю.А., Коткин В.А., Муслимов Р. Х., Салиева Р. Н. Правовое регулирование хозяйственной деятельности по разработке техногенных месторождений. Недропользование-XXI век. - 2009. - № 6. - С. 17-26.
10. Эпштейн И.В. Повышение эффективности использования недр через сближение стандартов отчетности о запасах ГКЗ и НАЭН и реформирование закона «О недрах»// Журнал «Горная Промышленность» - 2013. - №6 (111). - С.32.

УДК 553.6

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА (НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНО- ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА)

Д.А. Дмитриев, e-mail: dmitgeol@yandex.ru,

А.Д. Савко, e-mail: savko@geol.vsu.ru

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

Аннотация: Обоснована эффективность применения модели оптимального недропользования, как адекватного инструмента для изучения состояния и использования минерально-сырьевой базы (МСБ) в условиях интенсивного антропогенного воздействия на окружающую среду. Определены критерии построения модели оптимального использования МСБ Центрально–Черноземного региона (ЦЧР) на основе собственных обширных наработок, фондового материала, собранного в федеральных государственных учреждениях, а также данных из открытых информационных источников с привлечением комплекса инновационных методов и инструментов. Полученные в ходе работы результаты могут быть использованы при региональном планировании развития производительных сил ЦЧР, совершенствовании экономической политики по управлению природными ресурсами, при выборе направления поиска новых месторождений полезных ископаемых для воспроизводства минерально-сырьевой базы, помогут реализовать меры по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: модель, Центрально – Черноземный регион, минерально-сырьевая база, окружающая среда, антропогенное воздействие, оптимальное недропользование.

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF A MODEL OF OPTIMAL USE OF A MINERAL-RAW MATERIAL BASE UNDER THE CONDITIONS OF IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTOR (CASE STUDY CENTRAL BLACK EARTH REGION)

D.A. Dmitriev, e-mail: dmitgeol@yandex.ru,

A.D. Savko, e-mail: savko@geol.vsu.ru

Voronezh State University, Voronezh, Rossiya

Abstract: The effectiveness of the use of the model of optimal mineral management has been substantiated as an adequate tool for studying the state and use of the mineral-raw material base in conditions of intensive anthropogenic impact on the environment. Criteria for model generation for the optimal use of mineral-raw material base in the Central Black Earth Region based on our own extensive developments, stock material collected in federal government institutions, as well as data from open information sources using a set of innovative methods and tools are determined. The results obtained in the course of the work can be used in regional planning for the development of the productive forces of the Central Black Earth Region, improving the economic policy for managing natural resources, when choosing the direction of searching for new mineral deposits for the reproduction of the mineral-raw material base, and will help to implement measures to reduce the negative impact on the environment.

Key words: model, Central Black Earth Region, mineral-raw material base, environment, anthropogenic impact, optimal mineral management

Планирование и эффективное управление минеральными ресурсами в условиях интенсивного антропогенного воздействия на экологические системы в последние десятилетия остаются проблемой, требующей решения, поскольку вопросы загрязнения окружающей среды и дефицита полезных ископаемых привели к различным негативным последствиям и необходимости возмещения ущерба. Однако достижение разумной и результативной стратегии управления затруднено, поскольку необходимо обеспечить оптимальное соотношение многих конфликтующих показателей и условий из-за сложности реальных систем, их взаимодействия и взаимного влияния, происходящих в них процессов. Что касается использования МСБ в условиях интенсивного антропогенного и техногенного воздействия на экологические системы, существует ряд факторов, которые необходимо учитывать разработчикам и органам управления, например, социальные, экономические, технические, законодательные, институциональные и политические вопросы, а также проблемы, связанные с охраной окружающей среды. Вместе с тем, многообразие природных процессов и антропогенной нагрузки взаимосвязаны друг с другом, в результате чего возникают сложные системы с интерактивными, динамическими, нелинейными, многоцелевыми, многоступенчатыми, многоуровневыми и неопределенными функциями. Эти сложности могут еще больше усугубиться из-за их связи с социальными и экономическими последствиями, если будут нарушены обязательства по выполнению намеченного плана.

Большинство вопросов, связанных с принятием решений, не являются четко структурированными проблемами, которые легко решить с помощью интуитивных представлений или полученного опыта, подкрепленных относительно простыми прогнозами. Даже задачи, которые когда-то было легко определить и решить, теперь стали намного более сложными из-за глобализации экономики и более значительного понимания ее связи с различными экологическими, социальными и политическими факторами. Учитывая большую неоднородность представлений и знаний в различных дисциплинах, и быстрорастущий объем данных в большинстве областей, необходимо находить способы эффективной интеграции полученного опыта для поддержки принятия решений.

Для эффективного решения проблем многокомпонентности реальных систем применяется комплексное изучение процессов при помощи различных моделей, отражающих различные комбинации этих процессов. Моделирование сложных систем и их взаимодействий

происходит с привлечением комплекса инновационных методологий и инструментов, а также особое внимание уделяется успешным тематическим исследованиям обобщению знаний, полученных из различных дисциплин и источников. Диапазон и масштаб потенциально возможных компонентов, составляющих модель, достаточно велик, поэтому для разработки допустимо использование различных подходов.

Построение модели – необходимое условие для понимания и выбора альтернативных действий. При построении моделей обычно системы упрощают определенным образом. Большая часть моделирования основана на качественных, а не количественных отношениях, связи между компонентами системы при этом линеаризуют, игнорируя временные и пространственные лаги, системы рассматривают, как изолированные от их окружения или ограничивают исследования областью равновесия системы. Когда проблемы становятся более сложными и когда важны количественные отношения, нелинейности, временные и пространственные запаздывания, сталкиваются с ограничениями способности правильно предвидеть системные изменения. В таких случаях модели нуждаются в дополнении.

В случае моделирования экологических и экономических систем цели могут варьироваться от разработки простых концептуальных моделей для обеспечения общего понимания поведения системы до подробных реалистичных приложений, направленных на оценку конкретных предложений. Неуместно судить обо всей линейке моделей по одним и тем же критериям. Как минимум, необходимы три критерия реализма (моделирование поведения системы качественно реалистичным образом), точности (моделирование поведения количественно точным образом) и общности (представляющих широкий диапазон поведения систем с помощью одной и той же модели). Ни одна модель не может максимизировать все три цели, поэтому выбор функций для достижения поставленных задач зависит от фундаментальных предназначений модели.

Разработанная модель оптимального использования минерально-сырьевой базы в условиях интенсивного воздействия антропогенных факторов, в первую очередь, позволит оценить состояние, а также возможности развития МСБ ЦЧР и поможет спрогнозировать трансформацию окружающей среды в процессе проведения горнодобывающих работ и передела добываемого сырья. Ожидается, что при рациональном использовании МСБ будут учитываться экологические последствия её освоения, индикаторами которых являются нарушение, изъятие, перемещение и переработка объёмов добываемых пород, а также связанные с этим различные виды техногенных загрязнений. Нарушение связано с механическим, гидродинамическим, взрывным и другими энергетическими видами воздействия, в то время как загрязнение обусловлено газопылевым, гидрохимическим и химическим видами воздействия. Приоритетной задачей является поиск способов минимизации экологического ущерба вследствие антропогенного воздействия на окружающую среду, поскольку дальнейшее развитие региона без использования МСБ не представляется возможным. Основной принцип рационального природопользования предполагает создание условий для сбалансированного и эффективного потребления природных ресурсов, обеспечения оптимального уровня их воспроизводства, охраны и использования, направленного на улучшение качества жизни населения. Реализация поставленных задач возможна с привлечением комплексного и системного подхода к регулированию природопользования, что осуществимо за счет сбора, анализа и обобщения информации обо всех видах природных ресурсов, кроме того, благодаря составлению вероятных сценариев их освоения в рамках конкретной территории, также необходимо обоснование и разработка программ изучения, охраны и воспроизводства ресурсов.

Для создания модели оптимального использования МСБ в условиях интенсивного воздействия антропогенного фактора в пределах ЦЧР был выбран комплексный подход, включающий:

Исследование минерально-сырьевого потенциала.

Минерально-экономическое районирование.

Прогноз месторождений полезных ископаемых.

Геолого-экономическую оценку.

Прогноз перспектив развития МСБ.

Составление схемы оптимального недропользования на территории ЦЧР.

Разработку предложений по оптимизации и совершенствованию МСБ и основным направлениям ее воспроизводства.

Разработку схемы ввоза – вывоза минерального сырья между областями ЦЧР и за ее пределы.

Оценку воздействия разрабатываемых месторождений на природную среду со стороны недропользователей и эффективность природоохранных мероприятий.

Оценку биоиндикационных показателей изменения природной среды.

Медико-экологическую оценку.

Изучение и оценку экзогенных геологических процессов.

Интенсивность и направленность неотектонических процессов.

Создание:

1) частных баз данных компонентов минерального сырья для областей ЦЧР;

2) баз данных по картографируемым оценочным природно-антропогенным факторам.

При построении модели рассматривался ряд показателей состояния окружающей среды техногенного характера, связанных с антропогенной нагрузкой, а также биоиндикации, отображающие реакцию флоры и человека на это влияние. Эти данные накапливаются со временем за счет многофакторных условий, приводящих к их формированию. В процессе обработки значения данных показателей были усреднены до уровня административных районов и крупных населенных пунктов (152 территориальных образования).

Обширный объем знаний и наработок позволяют сформировать мнение о том, что ЦЧР является источником для многих полезных ископаемых, являющихся основой для ВВП России. Это заставляет проявлять особое отношение к оценке природно-ресурсного и сырьевого потенциала, составляющего основу экономики страны и искать оптимальные способы распоряжения им.

Выбор оптимального недропользования, как и любой оптимальной методики определяется многими факторами для выбора лучшего пути развития. В данном случае, важно учитывать, в первую очередь, экономическую рентабельность, целесообразность использования тех или иных ресурсов в соответствии с современными технологиями разработки и сложившимися экономическими связями отдельно взятого региона, а так же, что становится наиболее актуальным в последнее время, выработку мероприятий по предопределению возможных негативных воздействий на окружающую среду с организацией мероприятий, позволяющих минимизировать экологические последствия.

Поэтому рациональное недропользование обусловлено не только поиском, разработкой и реализацией инновационных технических и технологических решений, но и методологической обоснованностью оценки экономической эффективности множества альтернативных вариантов.

Разработанная модель рационального использования МСБ ЦЧР при её реализации будет способствовать повышению уровня национальной безопасности, поскольку на её основе может быть достигнут новый уровень природопользования, который позволит улучшить жизнь людей на территории ЦЧР.

**ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ
ПОСТРОЕНИИ ЭКОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ЛИТОСФЕРЫ**

Короб В.Н.

Воронежский государственный университет

Аннотация : В данной работе рассматривается вариант построения петрофизической модели, которая может использоваться при построении геолого-геофизической и эколого-геофизической модели литосферы. Для примера взяты исследования петрофизических характеристик серпентинитов Даховского прикристаллического массива (Северный Кавказ). В работе описана методика и результат лабораторного изучения петрофизических характеристик серпентинитов.

Ключевые слова: петрофизика, эколого-геофизическая модель, геофизика, экология, Даховский кристаллический массив, петрофизическая модель, серпентинит.

**PETROPHYSICAL STUDIES OF ROCKS USING THE ECOLOGICAL AND
GEOPHYSICAL MODEL LITHOSPHERES**

Korob V. N.

Voronezh state University

Annotation: In this paper, we consider a variant of building a petrophysical model that can be used in the construction of geological-geophysical and ecological-geophysical models of the lithosphere. For example, studies of the petrophysical characteristics of serpentinites of the Dakhovsky near-metallic massif (North Caucasus) are taken. The paper describes the method and results of laboratory study of the petrophysical characteristics of serpentinites

Keyword: petrophysics, ecological and geophysical model, geophysics, ecology, dakhov Crystal massif, petrophysical model, serpentinite

Литосферу можно рассматривать как сложно построенную открытую геосистему, которая может свободно обмениваться с окружающей средой веществом и энергией. По современным воззрениям, структура литосферы отвечает дискретной блочной модели, представленной в виде блоков различных размеров разделенных прослойками из блоков меньших размеров, физические свойства которых существенно различаются по своим физическим параметрам, вследствие различий в характере структурных связей, состава и особенностей воздействия сторонних факторов.

С экологической точки зрения наиболее интересны такие литосферные объекты, как глубинные разломы, зоны трещиноватости, повышенной проницаемости, разуплотнения, геологические и геофизические границы, которые существенно различаются по своим физическим свойствам, и в которых постоянно происходит перераспределение энергии, которое при сильном воздействии внешних факторов может привести геосистему к неустойчивости. К примеру при извлечении предприятиями из недр Земли полезных ископаемых, разнообразные инженерно-строительные работы, могут привести к появлению искусственных землетрясений, изменению движения подземных вод, образованию оползневых процессов и т.д. Поэтому, для предотвращения данных катаклизмов необходимо изучать общую структурную организацию литосферного пространства, которая имеет особое влияние на распределение параметров геофизических полей.

Наиболее эффективным способом отображения сложных объектов, таких как литосферное пространство, является моделирование, т.е. мысленно представляемое или материально реализованное упрощенное отображение модели исследования [1]. При проведении эколого-геофизических исследований широко применяют построение физико-

геологической модели (ФГМ), описывающей как экологически значимые особенности строения литосферы и геологической среды в природных условиях и условиях техногенеза.

Под ФГМ геологических объектов понимается обобщенное и формализованное описание пространственно-временной структуры параметров геофизических полей, с определенной степенью вероятности отражающее реальные литосферные объекты. Подобная модель дает возможность перехода от характеристики конкретного массива к его образцу. [2]

Любой геологический объект, как правило, состоит из разных возмущающих тел, которые обладают специфическими размерами, формой, глубиной залегания, физическими свойствами и образует определенное физическое поле.

Важнейшей особенностью построения ФГМ является замена сложных по морфологии и вещественному составу геологических тел сочетанием геометрически простых квазиоднородных по своим свойствам объектов. [1]

Для построения ФГМ необходимой для проведения эколого-геофизических работ нужно разработать комплекс геофизических методов для поставленной задачи, но для этого нужно обладать необходимой информацией о физических характеристиках горных пород объекта исследования

Любая ФГМ состоит из петрофизической модели самого источника эко-геофизических аномалий. Данная модель строится на основе изучения петрофизических параметров горных пород слагающих изучаемый массив, лабораторными методами, такими как: изучение плотности образцов, скорости распространения сейсмических волн, изучение магнитных и электрических свойств горных пород и др.

При изучении плотности горных пород одним из вариантов является метод гидростатического взвешивания, где образец взвешивается на весах сначала в воздухе а затем в воде, далее плотность рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \frac{P_1}{P_1 - P_2}$$

где P1 - масса образца в воздухе; P2 - масса образца в воде.

Магнитная восприимчивость — физическая величина, характеризующая связь между магнитным моментом (намагниченностью) вещества и магнитным полем в этом веществе. Магнитная восприимчивость определяется отношением намагниченности единицы объёма вещества к напряжённости намагничивающего магнитного поля. По своему смыслу восприимчивость является величиной безразмерной [6]

Магнитная восприимчивость измеряется при помощи прибора капаметра, к примеру капаметра КМ-7» (SatisGeo, Чехия). Прибор имеет чувствительность 1×10^{-6} ед. СИ при диапазоне измерений от -999,9 до $999,9 \times 10^{-3}$ ед. СИ [6].).

Изучение скорости распространения сейсмических волн в образцах горных пород можно проводить при помощи ультразвукового прибора «ГСП УК-10ПМС». Погрешность измерения составляет менее 1% [3].

В ходе изучения скоростных характеристик так же исследуют анизотропию по нескольким сторонам образцов. Это особенно важно при эколого-геофизических работах, т.к. именно анизотропия может в ряде случаев являться причиной возникновения экологически значимых геофизических аномалий [1].

Анизотропия распространения сейсмических волн высчитываются по формуле:

$$\lambda = \sqrt{\frac{V_1}{V_2}}$$

где V1 - показатели скорости по параллельным напластованию сторонам , V2 - показатели скорости по параллельным напластованию сторонам.

Обычно при петрофизических исследованиях горных пород проводят статистическую обработку данных, при этом проводят построение гистограмм распределения

петрофизических величин. При этом рассчитывается оптимальная величина интервала при помощи формулы Стерджесса [5]:

$$\Delta x = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3.3 \lg N}$$

где x_{max} , x_{min} - пределы распределения параметра; N - число значений в распределении.

Гистограммы распределения помогают выделить в выборке образцов различные по своим физическим параметрам группы, что очень важно, так как даже петрографически однородные породы могут существенно различаться по своим петрофизическим свойствам, что существенно влияет на выбор комплекса геофизических методов при построении ФГМ.

На примере горных пород Даховского кристаллического массива (республика Адыгея, Северный Кавказ), а именно серпентинитов, мы можем видеть, как казалось бы одни и те же породы могут существенно различаться по своим физическим свойствам.

Так же при проведении лабораторных исследований нужно большую часть времени уделять петрографическому изучению образцов горных пород. При работе над серпентинитами ДКМ было выделено несколько петрографических групп, которые согласуются с данными петрофизических исследований. Серпентиниты ДКМ подразделяются на: лизардитовые, хризотилитовые, амфиболитизированные, ороговикованные, апогарцбургитовые, дислокационные, кремнистые.

Основными факторами, определяющими плотность горных пород, является: минералогический и химический состав главных породообразующих минералов, структурно-текстурные особенности, степень диагенеза и метаморфизма.

При проведении лабораторных исследований над серпентинитами выяснилось, что показатели плотности здесь варьируют в широком диапазоне от 2,15 до 2,97 г/см³. [4]

На гистограмме распределения плотности (рис.1) четко выделяется четыре группы пород. К первой группе (рис. 1.I) относятся серпентиниты с значениями плотности в среднем 2,41 г/см³. Вторая группа (рис. 1.II) представлена образцами значения плотности которых варьируют в диапазоне от 2,44 до 2,51 г/см³. Третья группа (рис. 1.III) представлена серпентинитами, с значениями плотности в среднем 2,54 г/см³. Значения плотности для четвертой группы (рис. 1.IV) варьируют в широком диапазоне от 2,52 до 2,62 г/см³.

ρ , г/см

2.40 2.45 2.50 2.55 2.60

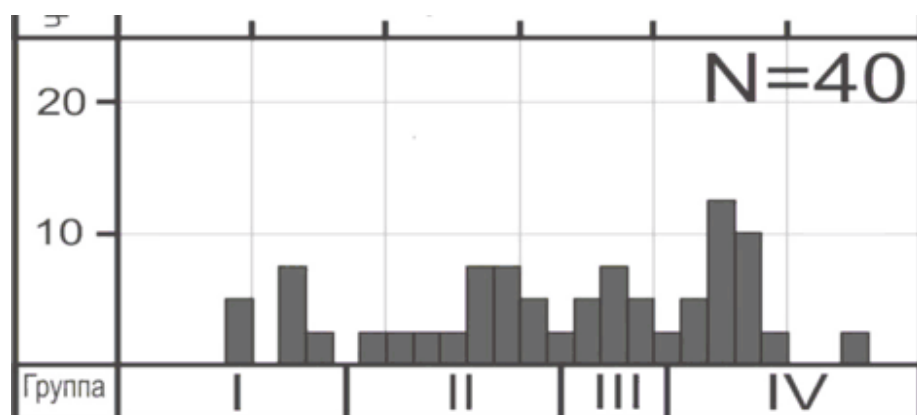


Рис. 1—Гистограмма распределения плотности серпентинитов ДКМ

Магнитные свойства горной породы зависят от ее химико-минералогического состава, структуры, соотношения в породах диа-, пара- и ферромагнитных минералов и их количества.

Полученные путем лабораторных исследований значения магнитной восприимчивости серпентинитов ДКМ варьируют в широком диапазоне от 0,078 до 133,23 10^{-3} ед. СИ.

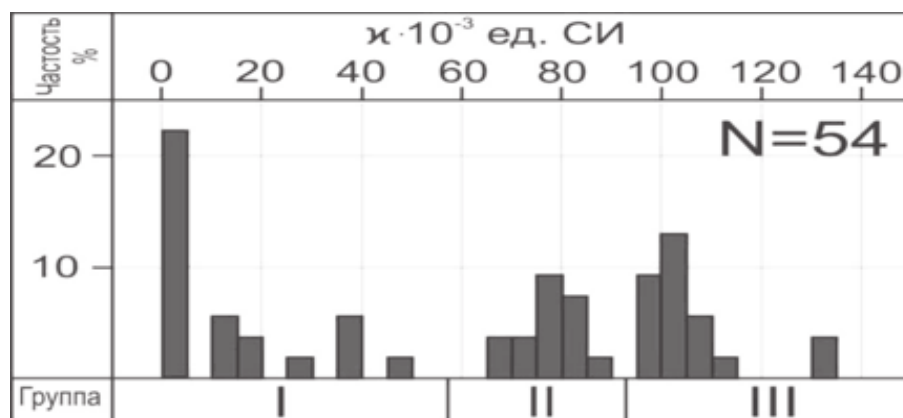


Рис. 2. Гистограмма распределения магнитной восприимчивости серпентинитов ДКМ

На основе гистограммы магнитной восприимчивости (рис.2.) можно выделить три группы пород.

Упругость тел - одна из основных физических характеристик, связанная с внутренним строением вещества. Она определяется рядом параметров, из которых для геофизики

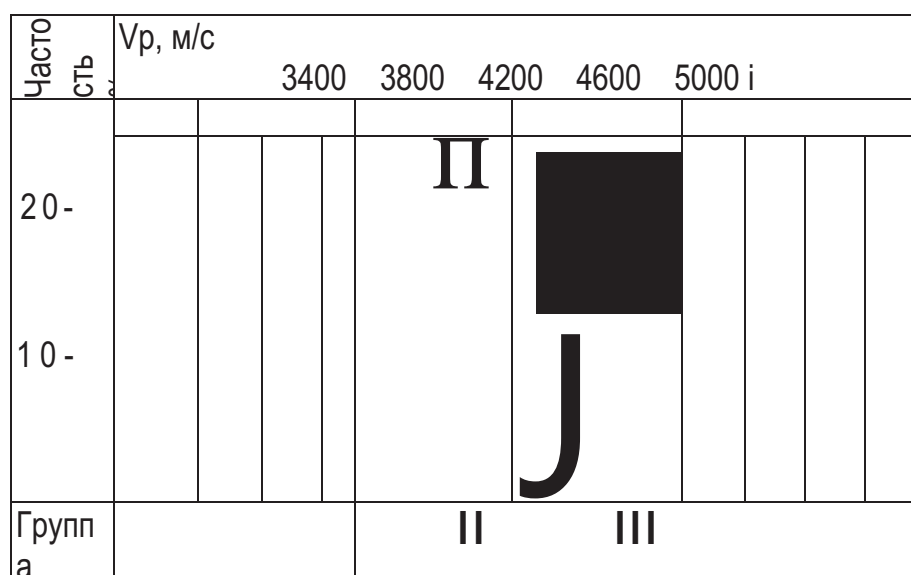


Рис. 3–Гистограмма распределения скорости распространения упругих волн серпентинитов ДКМ

наибольшее значение имеет скорость упругих волн.

Возникающие в телах под действием механического напряжения деформации имеют различный характер. В выборке присутствуют породы трех петрофизических групп. [4]Так же при проведении лабораторных исследований нужно большую часть времени уделять петрографическому изучению образцов горных пород. При работе над серпентинитами ДКМ

было выделено несколько петрографических групп, которые согласуются с данными петрофизических исследований. Серпентиниты ДКМ подразделяются на: Лизардитовые, хризотилитовые, амфиболитизированные, ороговикованные, апогарцбургитовые, дислокационные, кремнистые.

Основной целью проведения петрофизических исследований является построение петрофизической модели объекта исследований, с помощью которой можно выбрать комплекс геофизических методов для проведения работ и построения эколого-геофизической модели литосферы.

Петрофизическая модель серпентинитов ДКМ демонстрирует, как существенно различаются по своим физическим свойствам, казалось бы, петрографически однообразные горные породы, собранные на сравнительно небольшом участке работ.

Столь различные показатели связаны с тем, что породы в разной степени подверглись гипергенным изменениям, а так же наложенным метасоматическим преобразованиям.

Собственно на примере данной петрографической модели можно видеть, что при проведении геофизических работ, в том числе и в области экологии нам необходимо проводить исследование отобранных образцов горных пород, ибо для решения геофизических и эколого-геофизических задач, нам необходимо большое количество информации о физических свойствах горных пород, получая которую мы можем достаточно точно определять источник геофизических аномалий, что помогает в процессе построения геолого-геофизической и эколого-геофизических моделей.

Так же на примере физических свойств серпентинитов ДКМ можно видеть, как сильно по своим параметрам различаются, казалось бы, одни и те же породы. Это доказывает, что петрофизические исследования являются неотъемлемой частью геофизических работ, которые в свою очередь способны решать множество задач, в том числе и при исследовании экологических проблем.

При изучении магнитных свойств горных пород, мы можем определять, насколько сильно загрязнена почва сторонними ферромагнитными компонентами, при изучении плотностных и скоростных характеристик образцов, можно определять насколько сильно породы склонны к разрушению либо размыву, так же мы можем выделять зоны опасных склоновых процессов, пород в условиях вечной мерзлоты, а так же карстовые процессы, столь опасные при строительстве. Но при всех вышеперечисленных работах, нам необходимы достоверные сведения о физических полях фактического образца, которые способны дать лишь лабораторные петрофизические исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголюбовский В.А., Жигалин А.Д., Хмелевской В.К. Экологическая геофизика: Учебное пособие. - М.: Изд-во МГУ, 2000.
2. Вахромеев Г.С. Экологическая геофизика. - Иркутск: ИрГТУ, 1995.
3. Каппаметр КМ-7. Руководство пользователя. - Брно: SatisGeo, 2011г.
4. Короб В.Н. Петрофизические характеристики серпентинитов Даховского кристаллического массива//Геофизические исследования: методика работ, интерпретация данных// Под ред. А.А Аузина - Воронеж, изд. Научная книга, 2019
5. Молчанова А.А. // Петрофизика: Справочник. В трех книгах. Кн. II. Техника и методика исследований // А.А. Молчанова, Н.Б. Дортман и др. - М.: Недра, 1992. - 256 с.
6. Прибор ультразвуковой УК-10ПМС руководство по эксплуатации ЩЮЗ.3.031.007 РЭ - г. Кишинев.
7. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. Справочник геофизика / Под ред. Н.Б. Дортман. - М.: Недра, 1984.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД
НА ОСНОВЕ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗ

Кульнев В.В. ¹, Насонов А.Н. ², Цветков И.В. ³

¹Центрально-Черноземное межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, г. Воронеж, Российская Федерация

²Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

³Тверской государственный университет, г. Тверь, Российская Федерация

Аннотация: Представленный в статье способ базируется на теории мультифрактальной динамики, при помощи инструментов которой анализируется временной ряд концентраций загрязняющих веществ и гидробиологических показателей как фрактальные объекты. По степени близости фрактальных параметров временных рядов компонентов к базовым значениям определяется мера устойчивости состояния системы. Этим достигается тонкое управление параметрами экосистемы и предупреждается чрезмерное усиление влияния природных и техногенных факторов на экосистему.

Ключевые слова: качество воды, мультифрактальная динамика, параметры порядка, самоорганизация, управление параметрами, экосистема.

SURFACE WATER QUALITY MANAGEMENT
BASED ON MULTIFRACTAL ANALYSIS

V.V. Kulnev¹, A.N. Nasonov², I.V. Tsvetkov³

¹Central Black Earth Interregional Department of the Federal Service for Supervision of Natural Resources Management, Voronezh, Russian Federation

²Russian State Agrarian University - K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

³Tver State University, Tver, Russian Federation

Abstract: The method presented in the article is based on the theory of multifractal dynamics, with the help of which the time series of pollutant concentrations and hydrobiological indicators as fractal objects are analyzed. The degree to which the fractal parameters of the time series of components are close to the baseline values determines the measure of system stability. This achieves a fine management of the ecosystem parameters and prevents excessive influence of natural and anthropogenic factors on the ecosystem.

Keywords: water quality, multifractal dynamics, order parameters, self-organisation, parameter management, ecosystem.

Поверхностные водные объекты являются частью геологической среды. В то же время, водоемы находятся в тесной взаимосвязи с остальными структурными компонентами, формирующими облик и качественное состояние естественных и техногенно нарушенных ландшафтов. Ряд техногенно обусловленных факторов приводит к существенному изменению комплекса гидрологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик экосистем водных объектов как природного, так и искусственного происхождения [5]. Вместе с тем, водоемы являются коллекторами всех видов загрязнения [4]. В этой связи, эффективная оценка техногенной трансформации экологического состояния водных объектов является одной из первостепенных задач по обеспечению экологической безопасности природопользования.

Общеизвестно, что в рамках природоохранных мероприятий ключевая роль отводится экологическому мониторингу. Существующая на сегодняшний день практика проведения мониторинговых работ на промышленных предприятиях, как правило, направлена на сбор

соответствующей информации и на ее экологическую интерпретацию. Возвращаясь к классическому определению экологического мониторинга, представляющего собой систему наблюдения, оценки и прогноза, становится понятно, что «белым пятном» вышеуказанной триады является как раз ее прогностическая часть. В настоящей работе предпринята попытка описания и оценки экологического состояния водных объектов на основе методов фрактального исчисления. Применительно к техно-природным объектам (процессам) фрактальность отражает самоподобие взаимодействующих сред объекта (хозяйственной и природной), которое выражается через его геометрические характеристики степенной зависимостью,[3]

$$\varepsilon(\delta) = \mu \delta^{1-D} \quad (1)$$

где: $\varepsilon(\delta)$ – размер экосистемы, $\mu\delta$ – шаг масштабирования, D – фрактальная размерность.

Из соотношения (1) следует, что оценка фрактальности исследуемой экосистемы сводится к ее воспроизводству через фрактальный шаблон, масштабированные копии которого в пределе исчерпывают геометрию объекта и сводится к одному числу – фрактальной размерности $D \in (1;2)$, определяющих статистическую меру внутренней сложности. Рис.1 [3, 7].

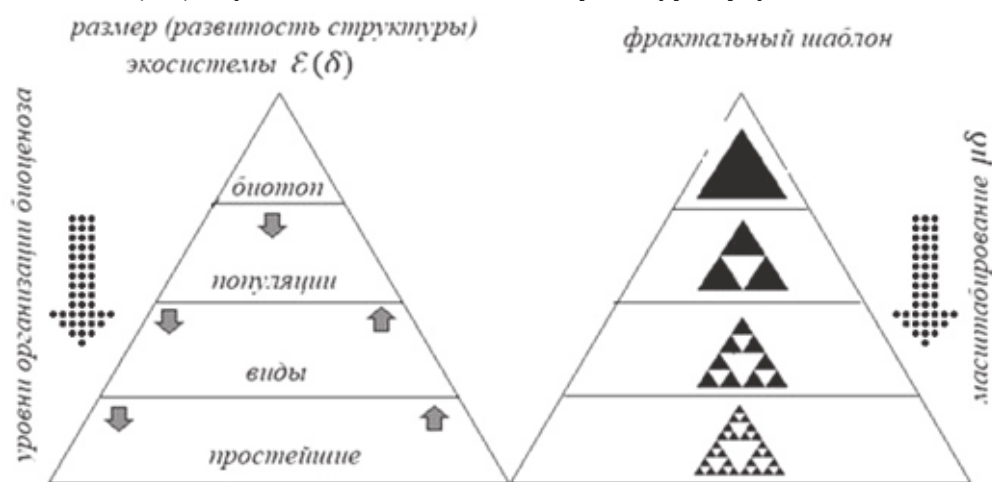


Рис.1 – оценка фрактальности сложноорганизованной экосистемы

Из рис.1 также следует, что фрактальность можно рассматривать, как свойство функционального структурообразования – сохранения качества экосистемы при изменении условий существования, а значит, использовать фрактал как инструмент моделирования многообразных системных сценариев, включая катастрофные сценарии ее разрушения, когда фрактальность нарушается [7].

С математической точки зрения фрактальность экосистемы означает, что при каждом последующем шаге ее иерархического деления (масштабирования), геометрия экосистемы должна сохранять самоподобие - поддерживать структурный “каркас” составляющих сообществ, обеспечивающих их выживание в составе экосистемы [5]. Мультифрактальность возникает в связи с многокомпонентностью загрязнений, каждое из которых по – разному влияет на экосистему. То есть наблюдаемые временные ряды гидрохимических данных отличаются между собой в реальном масштабе времени, и каждый временной ряд имеет свой фрактальный показатель, характеризующий влияние рассматриваемого поллютанта на экологическое состояние водного объекта в целом.

В настоящее время мультифрактальные методы активно используются при комплексной оценке состояния сложных систем. Например, в патенте № CN106290796 А (МПК G01N 33/24, публ. 04.01.2017) на основе мультифрактальных показателей производится оценка степени засоленности почвы. В патенте № CN102254095 А (МПК G06F 19/00, 23.11.2011) мультифрактальные параметры используются для дифференцирования залежей рудных полезных ископаемых. В патенте № RU2677983 C1 (МПК A01B 79/02, публ. 22.01.2019)

описывается способ биологической рекультивации техногенного ландшафта тепловой электроцентрали с использованием микроводоросли хлореллы.

Целью управления динамическими, активными системами, к которым в полной мере можно отнести гидробиоценозы, является снижение хаотичности их структуры. Например, в гидробиологии применяется понятие «цветение» воды. Оно заключается в массовом развитии одного из таксонов планктонной альгофлоры. Получается, что если развитие одного биологического вида превалирует над другими, то в системе наблюдается дисбаланс развития, или нарушение гомеостаза.

В этой связи, применение технологии биологической реабилитации водоемов и сточных вод на основе метода коррекции альгоценоза, описанной в работах [1, 5, 6, 9], требует динамического мониторинга состояний водного объекта в ходе его восстановления и контроля ежегодных изменений, как по гидрохимическим, так и по ценоотическим показателям. Однако применение традиционных практик, основанных на индексах качества воды, нормированных к ПДК, не позволяет напрямую оценить эффективность применения технологии на уровне структуры гидробиоценоза. Это становится возможным в условиях применения методики фрактальной оценки экологических состояний, которая позволяет контролировать динамику восстановления, как на уровне структуры гидрохимических показателей, так и на уровне биоразнообразия.

Задача настоящего исследования, с точки зрения управления состояниями заключается в том, что, во-первых, необходимо оценить характер смещения состояния экосистемы от экологического оптимума. Если смещение не существенное – устанавливается автоколебательный процесс саморегуляции состояния. Если смещения существенные (максимально приближенные к критическим точкам устойчивости), то возникает хаотический процесс при отсутствии саморегуляции состояния – в этом случае экосистема теряет способность к самоочищению.

В целях недопущения катастрофического сценария развития ситуации, необходимо применять управление, состоящее в разработке природоохранных мероприятий, которые компенсируют негативные тренды смещения.

Чтобы управлять данным процессом максимально эффективно управляемый параметр должен иметь ту же фрактальную размерность, что и процесс. Для этого применяется метод главных компонент, который позволяет выделить максимально коррелирующие параметры в динамике. На основе полученных зависимостей параметры группируются в процессы. Одновременно выделяются параметры порядка.

С математической точки зрения под параметрами порядка понимаются ведущие переменные, которые в результате самоорганизации определяют динамику остальных характеристик исследуемой системы [2].

Стержневой особенностью используемого в статье фрактального подхода к описанию сложных техно-природных объектов (процессов) является изучение структуры этих объектов в связи с изменением среды их обитания, что позволяет рассматривать такое описание, как инструмент изучения его морфологии. Данный подход позволяет связать интегральные свойства объекта с динамикой локальных параметров различного генезиса, проявляющихся при структурной декомпозиции сложноорганизованных систем [8].

То есть, фрактальная размерность процессов – это динамическая характеристика корреляционно объединенных по сходству размерностей фрактальных параметров. То есть, по сути, мы имеем дело с изоморфизмом динамических систем.

Критерий управления заключается в обеспечении соразмерности техногенной нагрузки и внутренней способности экосистемы препятствовать этому негативному воздействию. Соразмерность заключается в том, что показатель внешнего воздействия D имеет тот же порядок, что и показатель, характеризующий противодействующие силы экосистемы.

Отсюда следует, что максимально эффективное управление достигается при обеспечении изоморфизма управляющего параметра и процесса. При этом обеспечивается

стабилизация структуры управляющего процесса при переходе экосистемы из одного состояния в другое (оптимум, гомеостаз, пессимум).

Исходя из изложенного, следует, что управляющий параметр представляет собой параметр порядка, изменение которого не должно, в конечном итоге, приводить к увеличению сложности структуры процесса. В этом и заключается динамическое управление, когда при наличии нескольких негативных трендов производится пошаговое, поэтапное восстановление системы через последовательное выравнивание негативных трендов и улучшение качества поверхностных вод.

В качестве примера мягкого управления можно привести способ управления экологическим состоянием водных объектов, который заключается в периодическом внесении оптимально установленного и рассчитанного количества альголизанта на единицу площади водного зеркала.

При применении данного способа определяются факторы загрязнений, несущие основную угрозу устойчивости экосистемы. Выбор наиболее значимых загрязняющих веществ производится при помощи метода главных компонент. Количество альголизанта, вносимого на 2 и 3 стадиях рассчитывается в соответствии с динамикой содержания в воде загрязняющих веществ, наиболее влияющих на экологическое состояние водного объекта.

Способ базируется на теории мультифрактальной динамики, при помощи инструментов которой анализируется временной ряд концентраций загрязняющих веществ и гидробиологических показателей как фрактальные объекты. Порядок операций по определению оптимальных объёмов внесения суспензии планктонного штамма для альгоремедиации выбирается в соответствии с достижением экологической системой устойчивого или неустойчивого состояния и определяется по степени близости фрактальных параметров временных рядов компонент к базовым значениям. Этим достигается тонкое управление параметрами экосистемы и предупреждается чрезмерное усиление влияния природных и техногенных факторов на экосистему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферова Г.А., Кульнев В.В., Шевырев С.Л., Беспалова Е.В., Русова Н.И., Скосарь А.Е. Искусственные водные объекты бассейна реки Воронеж и альгобиотехнология в управлении качеством вод. Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 8. С. 50–54.
2. Ахромеева Т.С., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Самарский А.А Структуры и хаос в нелинейных средах. Москва. Изд-во «Физматлит». 2007. 488 с.
3. Балханов В.К. Основы фрактальной геометрии и фрактального исчисления – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета, 2013. 224 с.
4. Дворникова В.С., Каверина Н.В. Геохимическое состояние донных отложений пойменных озер Подгоренского гидрографического участка реки Дон / В.С. Дворникова, Н.В. Каверина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия География. Геоэкология. Воронеж. 2016. №1. С. 71-74.
5. Кульнев В.В., Насонов А.Н., Жогин И.М., Цветков И.В., Грабарник В.Е., Карелин Н.В. Об опыте проведения управляемой альгоремедиации рекреационного водоема. Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 3. С. 58-64.
6. Кульнев В.В., Ступин В.И., Борзенков А.А. Биологическая реабилитация сточных вод сахарных заводов методом коррекции альгоценоза / В.В. Кульнев, В.И. Ступин, А.А. Борзенков // Экология и промышленность России. Москва 2017. т21. №3. С. 16-20.
7. Молчатский С.Л., Казанцев И.В., Матвеева Т.Б., Применение метода фрактального анализа для биоиндикационной оценки окружающей среды / С.Л. Молчатский, И.В. Казанцев, Т.Б. Матвеева // Самарский научный вестник. 2016. №4 (17) С.28-31.
8. Насонов А.Н., Цветков И.В., Жогин И.М., Кульнев В.В., Репина Е.М., Кириосов С.Л., Звягинцева А.В., Базарский О.В. Фракталы в науках о Земле: учебное пособие. Воронеж. 2018. – 82 с.

9. Петросян В.С., Анциферова Г.А., Акимов Л.М., Кульнев В.В., Шевырев С.Л., Акимов Е.Л. Оценка и прогноз эколого-санитарного состояния Воронежского водохранилища на 2018-2019 гг. Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. № 7. С. 52-56

УДК504.03 (571.151)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В УЛАГАНСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ (РОССИЯ)

*Легачева Н.М., Гладких Д.А., legacheva2015@mail.ru
Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия*

Аннотация: В статье рассматривается история и современные тенденции развития системы природопользования Улаганского района Республики Алтай. Дается краткая характеристика перспективного рекреационного природопользования территории. Рассматриваются стабилизационный и инновационный подходы развития хозяйственного комплекса региона, базирующегося на сельском хозяйстве и туризме.

Ключевые слова: Республика Алтай, экономика, система природопользования, рекреационное природопользование, сельское хозяйство

MODERN TRENDS IN NATURE MANAGEMENT IN ULAGANSKY DISTRICT OF THE ALTAI REPUBLIC (RUSSIA)

*N. M. Legacheva, D. A. Gladkikh, legacheva2015@mail.ru
Altai State University, Barnaul, Russia*

Abstract. The article examines the history and modern trends in the development of the environmental management system of the Ulagandistrict of the Altai Republic. A brief description of the perspective recreational nature management of the territory is given. The article considers the stabilization and innovative approaches to the development of the economic complex of the region, based on agriculture and tourism.

Keywords: Republic of Altai, economy, nature management system, recreational nature management, agriculture

Введение. Республика Алтай Российской Федерации, имеет приграничное положение и граничит с Китаем, Монголией и Казахстаном. Улаганский район – один из самых труднодоступный высокогорных районов Республики Алтай. Территория района – 18,4 тыс. км². Численность населения – 11,6 тыс. чел. (2018), население полностью сельское, плотность 0,6 чел/км². Железнодорожный транспорт отсутствует, расстояние до ближайшей железнодорожной станции – 520 км. Основными линейными коридорами опорного каркаса района являются реки Чуя, Башкаус, Чулышман[7].

В настоящее время основными видами экономики в Улаганском районе являются лесозаготовка, деревопереработка, мясное скотоводство, козоводство, овцеводство, коневодство (выращивание чубарых лошадей), садоводство, сбор лекарственно-технического сырья, развивается рекреационное природопользование. По наличию коз и производству пуха район занимает второе место в Республике Алтай.

Объект исследования. В ходе хозяйственного освоения территории Улаганского района природные ландшафты испытали значительные изменения. Природно-антропогенная трансформация территории Алтая началась две с половиной тысячи лет назад, когда ее начали заселять племена древних тюрков – представителей так называемой пазырыкской культуры. Основу хозяйства региона в VI–II вв. до н.э. составляло полукочевое скотоводство: коневодство, овцеводство, разведение крупного рогатого скота. Большую роль играла охота,

орошаемое земледелием, металлургия, обработка камня, дерева, ткачество и другие ремесла. До прихода на Алтай русских эта территория оставалась местом традиционного природопользования коренных малочисленных народов.

Одним из основных экономических мотивов освоения Алтая русскими явилось развитие горнорудного производства. В 1842 году была организована экспедиция путешественника и исследователя П.А. Чихачева составившего первую геологическую карту Горного Алтая, Салаира и Кузнецкого Алатау. В природопользовании Алтая кочевое скотоводство преобладало до начала XX века.

В период 1901–1917 гг. – начался перехода алтайцев к оседлому образу жизни; в 1903–1913 гг. – первый этап строительства Чуйского тракта по долинам рек: Катунь и Чуй, облегчившего торговлю между Россией и Монголией. В 1931 году на юге Улаганского района в районе Мертвого озера в 10 км от Чуйского тракта по дороге Акташ – Улаган было найдено месторождение киновари – ртутной руды. Акташский рудник на базе месторождения был открыт в 1934 году. Месторождение активно разрабатывалось с 1941 по 1990 годы [2, 8]. Сейчас на месте рудника остались правильные конусы выработки породы и законсервированные шахты. Перед подъемом к руднику находятся Красные ворота – высокие скалы с ярко-выраженным красноватым оттенком из-за содержания киновари (рис. 1).



Рис. 1 – Красные ворота на дороге Акташ – Улаган

Результаты исследования. Постсоветские трансформации особенно явно отразились на системе природопользования Улаганского района как периферийного горнопромышленного района России с высокой долей представителей коренных малочисленных народов [3, 4]. В 1990-х рудник был закрыт, сельское хозяйство района испытало обвальный спад. В эти годы прослеживаются тенденции к укрупнению сел, ускоренная ликвидацией части ферм и бригадных поселков сельхозпредприятий.

В настоящее время более половины территории Улаганского района (54%) имеют статус ООПТ. Это Алтайский государственный природный заповедник (год основания 1932) и сравнительно молодой природный парк «Ак Чолушпа» (2011), который включает природные, историко-культурные комплексы и объекты, имеющие высокую рекреационную, эстетическую ценность и предназначенные для использования в природоохранных, рекреационных, оздоровительных и просветительских целях [5, 6].

Одним из участков рекреационного природопользования в Улаганском районе выступает южный берег Телецкого озера (рис. 2). До песчаного пляжа южного берега можно добраться двумя способами: с севера на барже и катерах, перевозящих автотранспорт и с юга через труднодоступный перевал.

Наряду с динамично развивающимся рекреационным природопользованием в районе основными видами деятельности остаются сельскохозяйственное производство, промысловая охота, рыбалка, заготовка лекарственного сырья, кедрового ореха.

Возможные тенденции развития системы природопользования условно можно разделить на две группы: стабилизационные и инновационные [1]. При этом определяющим положением развития Улаганского района останется сельское хозяйство.

Стабилизационный подход предполагает развитие всех сфер хозяйственного комплекса, базирующегося на востребованности сельхозпродукции за пределами района. При этом в качестве ведущей отрасли рассматривается сельское хозяйство, а приоритетными направлениями – мясное скотоводство и овцеводство.



Рис. 2 – Вид на Телецкое озеро с мыса Кырсай

Инновационное развитие сельского хозяйства более высокими темпами может обеспечить развитие сопутствующих и поддерживающих АПК отраслей: пищевой (производство копченостей, БАДов, бальзамов); туризма (потребление продуктов питания); энергетики (обеспечение переработки продукции); деревоперерабатывающей промышленности и производства строительных материалов (обеспечение нужд АПК); производственной инфраструктуры (связь, торговля, транспорт); услуг в области ветеринарии, что позволяет обеспечить конкурентоспособность отраслей АПК. Оптимистический сценарий развития системы природопользования основан на привлечении внешних инвестиций в развитие агропромышленного комплекса, обеспечение прогрессивного землепользования, под создание туристических баз, комфортабельных гостиниц, мест отдыха и приема пищи [7].

Заключение. В соответствии с указанными направлениями развития системы природопользования, в Улаганском районе необходимо открывать мини-сельхоз-перерабатывающие предприятия. Наличие минерально-сырьевых ресурсов свидетельствует о реальных предпосылках развития горнодобывающей отрасли.

Потенциал развития сферы туризма Улаганского района позволяет осуществлять почти все виды туризма (пеший, конный, водный, джип-туры, охотничье-рыболовный, зимние виды отдыха, этнотуризм, экотуризм, научно-исследовательский, спортивный туризм), что способствует развитию рекреационного природопользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Graburn N. The Ethnographic Tourist // The Tourist as a Metaphor of the Social World / Ed. by G. Dann. Wallingford: CAB International, 1998. P. 19–39.
2. Алтай. Республика Алтай. Природно-ресурсный потенциал / под ред. А.М. Маринина и др. – Горно-Алтайск, 2005. – 336 с.

3. Гончарова Н.П. Основные тренды постсоветских трансформаций горного природопользования в Республике Алтай (по материалам социологического исследования) // Социология в современном мире: наука, образование, творчество. – 2017. – № 9. – С. 146-150.
4. Дирин Д.А., Браун Н.К. Трансформационные процессы в природопользовании коренного населения Юго-Восточного Алтая // Известия Алтайского государственного университета. – 2013. – № 3-2 (79). – С. 151-155.
5. Романова Е. В., Дугнист П. Я., Труевцева Е. А. Природные и культурные ресурсы Горного Алтая как основа для организации экскурсионно-познавательного туризма: Алтайский государственный университет. Барнаул, – 2019. – С. 163 – 173.
6. Санин Н. Улаганский район Республики Алтай // Транспортная стратегия XXI века, – 2015. - №31. – С. 63–67.
7. Схема территориального планирования муниципального образования Улаганский район Республики Алтай. Пояснительная записка. Т. 2.2. ООО «Компания Земпроект». – Барнаул, 2009. – 118 с.
8. Чуйский тракт: Времена. Имена / авт.-сост. А.М. Малолетко. – Томск, 2016. – 92 с.

УДК 504.75

ВЛИЯНИЕ МОРСКИХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ЭКОСИСТЕМУ АРКТИКИ (СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН)

Ляшенко Н.В.

Воронежский государственный университет

E-mail: nikolettalassenko @ gmail. com

Аннотация: актуальность выбранной темы на данный момент является практически одной из важных, т.к. Арктика одна из первых реагирует на влияние антропогенного фактора, что отражается на жизни всей планеты. В данной работе, помимо локализованной территории исследования, рассматривается влияние или не влияние научно-исследовательских судов на окружающую среду и северных морских обитателей.

Ключевые слова: Арктика, загрязнение, воздействие, исследования, геофизические методы, сейсморазведка, среда обитания, морские суда, экологическая система.

IMPACT OF MARINE GEOPHYSICAL RESEARCH ON THE ARCTIC ECOSYSTEM (ARCTIC OCEAN)

Lyashenko N. V.

Voronezh State Universit

Annotation: The relevance of the chosen topic at the moment is almost one of the most important, because the Arctic is one of the first to react to the influence of the anthropogenic factor, which affects the life of the entire planet. In this paper, in addition to the localized research area, the impact or non-impact of research vessels on the environment and Northern marine life is considered.

Keyword: Arctic, pollution, impact, researches, geophysical method, seismic exploration, inhabitancy, seagoing vessel, ecological system.

Развитие человеческой деятельности в Арктике растёт до сего времени. Как только появилась возможность, т.к. это один из самых труднопроходимых регионов, люди сразу же ринулись осваивать новые территории. Но не пора ли притормозить? Дать Северу подышать. Арктика более уязвима и чувствительна к загрязнению. Низкая солнечная радиация, ледяной покров, препятствующий проникновению энергии, низкие средние и экстремальные

температуры, бедное видовое разнообразие и низкая биологическая продуктивность, долгоживущие организмы с высоким содержанием липидов - всё это и делает Арктику такой незащищённой [3]. На изменение общего климата на планете резко отреагировал как раз Арктический регион. Стоит отметить, в прошлые века суда были не высшего уровня, что и приводило к большому загрязнению окружающей среды. Сейчас же, в век технологий, всё стремительно обновляется, не стоит на месте и судоходная промышленность. Так, например, один из кораблей норвежской компании [4] может определенное время идти на чистом электрическом ходу [13]. В нынешнее время, можно сказать, что люди стараются сблизиться с природой, с чем помогают учёные и инженеры, в изобретении и улучшении тех механизмов, без которых, по сути, человеческую деятельность уже невозможно представить.

Любое судно оставляет за собой след в морской воде: различные технические выбросы [11]. Назовём это физическим загрязнением. Такой же отпечаток оставляют за собой буровые установки, особенно большую угрозу несёт добыча углеводорода на морских шельфах [2], которая требуют особого внимания. Такие работы следует осуществлять с учетом арктических условий (таблица 4).

Таблица 4 –Преимущества и недостатки арктических условий для сбора нефти по сравнению с другими регионами [5]

Преимущества	Проблемы
Повышенная вязкость нефти способствует большой толщине и облегчению сбора. Меньше площадь и скорость распространения пятна, что способствует большей толщине пятна и облегчению сбора Наличие льда и/или снега препятствует распространению и дрейфу пятна Уменьшение скорости эмульгирования в плотных льдах Защита побережья от разливов припаем	Сложный, а в ряде случаев невозможный доступ к разлитой нефти, особенно под подвижными льдами Низкая эффективность механической уборки Быстрое вмерзание нефти в нарастающей ледяной покров Сложность обнаружения

Но мало кто задумывается о том, что загрязнение среды может быть не только физическим. В статье 1 (4) Конвенции ООН «загрязнение морской среды» означает: «привнесение человеком, прямо или косвенно, веществ или *энергии* в морскую среду, включая эстуарии, которое приводит или может привести к пагубным последствиям, как вред живым ресурсам и жизни в море...» [1]. Обратим внимание на «энергию», к ней относятся различные звуковые волны, а также - магнитные. Шумовое загрязнение несёт вред живым организмам и жизни в море [12].

Геофизические исследования являются основным методом изучения геологического строения морского дна, которые включают в себя сейсмо-, электро-, магнито- и гравиразведку. Сейсмические работы представляют собой взрывы, волны которых потом регистрируются. А значит, что пневмоисточники несут шумовое загрязнение. Данные работы оказывают разное воздействие на те или иные организмы в морской среде, что зависит от области распространения и устойчивости самих биоресурсов. Так фитопланктон является звеном, на жизнедеятельность которого сейсмические источники не оказывают существенного влияния [6]. На зоопланктон, по мнению авторов [8], акустические работы не влияют. Исходя из экспериментов [7, 14] воздействие волн от пневмоисточников на бентос либо не зафиксировано, либо совсем не влияет. По имеющимся наблюдениям за разными видами млекопитающих, можно сказать, что производственные шумы не будут влиять на них на расстоянии больше 6-10 км [17], но тут важно учитывать интенсивность звука [16].

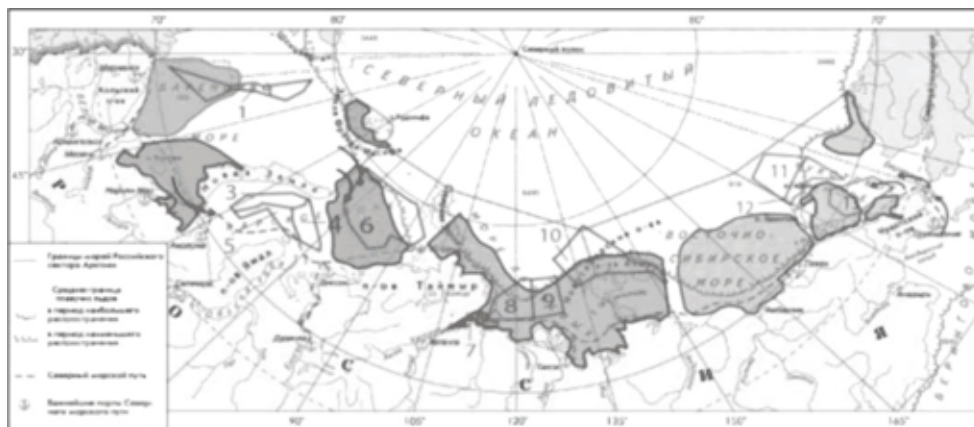


Рис.1. Ареалы обитания китообразных

Также необходимо иметь в виду, что в некоторых районах той или иной фауны будет больше, т.е. зависит от её среды обитания (рис.1). Значит, можно прийти к выводу, что в зависимости от области проведения сейсморазведочных работ некоторые представители разных видов будут подвержены риску в большей или меньшей степени.

Все морские рыбы по чувствительности к электрическим и электромагнитным полям разделяются на высокочувствительных и средне-, слабочувствительных. Практически у всех рыб есть специальные рецепторы, благодаря которым они реагируют на изменение среды и уходят из опасной зоны. Важнейшим параметром здесь является напряжённость, которая имеет свойство меняться в зависимости от температуры и солёности воды [15]. Эти значения в Северном Ледовитом океане весьма ниже, нежели в других морях земного шара [9].

Мы знаем, что электромагнитные поля влияют на все живые организмы, поля заставляют животных мигрировать и просто передвигаться в определённом направлении. Но ведь это мощное естественное магнитное поле Земли, которому пока не существует аналогов. На данный момент учёные только изучают, как электромагнитные волны, можно сказать, управляют животными.

Исходя из вышесказанного, можно понять, что снижение экологических рисков в данной ситуации является очень сложной задачей. Единственное, что можно сейчас сделать, чтобы немного снизить угрозу для Арктики, это систематизировать ход морских судов, т.е. согласовать полевые работы, а именно сроки проведения. Данный пункт является довольно непростым к выполнению, поскольку морские исследования в основном проходят в летний сезон по климатическим условиям. Поэтому сроки проведения работ сужаются. Изучив детально этот вопрос, в результате можно уменьшить нагрузку на окружающую морскую среду.

Т.к. северные моря являются системой связи, кроме учёта геофизических работ на НИС, следует провести статистику передвижения кораблей, поскольку каждая область Арктики имеет свой индивидуальный характер со своим уровнем востребованности в Мировой структуре, а также условия проходимости, из чего следует различный уровень риска для той или иной зоны.

Для предотвращения возможных негативных воздействий на морскую фауну и флору при производстве геофизических работ предусматривается ряд организационно-технических мероприятий, который всегда приписывается в техническом задании. Но его реально технически можно улучшить, оснастив суда специальным навигационным оборудованием, для отслеживания передвижений косяков рыб, семейств китообразных и др. млекопитающих. С

прогрессом технологий в скором будущем можно будет оборудовать суда механизмами с меньшим шумом и вибрациями, а также осветительным оборудованием.

Таким образом, как мы видим, что загрязнение Мирового океана является одной из главных проблем, но в данной работе была рассмотрена более локализованная территория, Арктика. В результате исследования были рассмотрены готовые данные, которые были весьма обобщённые, и в итоге нам удалось их привязать к интересующему нас району. А основной целью было выяснить влияние геофизических полей на экологическую систему Арктического региона, которые требуют дальнейшего изучения.

Автор выражает благодарность своему научному руководителю проф. Глазневу В.Н., а также своим коллегам ОАО МАГЭ, в том числе начальнику геолого-геофизической партии Кочетову М.В. за полезное обсуждение материалов данной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конвенция ООН 1982 года Статья 1 (4).
2. Проблемы обеспечения экологической безопасности при развитии судоходства в Беринговом проливе. Научно-технический отчет. Арх. № 9293. Владивосток, 2015г.
3. Стратегия защиты окружающей среды Арктики. [Электронный ресурс]. -URL: <http://docs.cntd.ru/>
4. Бахтина О. Гибрид или СПГ? Норвежская Hurtigruten заказала 3-е гибридное круизное судно ледового класса [Электронный ресурс]. - URL: <https://neftegaz.ru/news/Suda-i-sudostroenie/>
5. Броже В. Обзор наилучших практик по ликвидации нефтяных разливов в Арктике. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.imemo.ru/>.
6. Васютина Н.П. Фитопланктон юго-восточной части Баренцева моря в июле-августе 1977 г. // Исследования фитопланктона в системе мониторинга Балтийского моря и других морей СССР. М. Гидрометеиздат, 1991. С. 17-134.
7. Векилов Э.Х. Влияние на гидробионты упругих волн от сейсмоисточников для морской геофизической разведки. Информационно-справочное пособие / Э.Х. Векилов, Е.А. Криксунов, Ю.М. Полонский - М., 1995. - 64 с.
8. Гуков А.Ю. О донной фауне Янского залива моря Лаптевых // Океанология. 1991. Т.31. №3. С. 454-456.
9. Кузнецов А.А. Физика природной среды, часть 2. Мировой океан: Учебное пособие. Москва, 1997г. - с. 20-21
- Ю.Кузнецова К.Г. Исследование воздействия хозяйственной деятельности в арктических морях на ключевые биоресурсы: Выпускная квалификационная работа. Санкт-Петербург, 2018г.
- 11.Макаров А.Я. «Журнал главного инженера» №5, 2019. [Электронный ресурс]. - URL: <http://gl-engineer.com/about>
- 12.Норкина Е. Регулирование шумового загрязнения в Арктике. [Электронный ресурс]. - URL:<https://russiancouncil.ru/>
13. Популярная механика/журнал. Полярный номер декабрь, 2019г. - с. 57.
- 14.Протасов В.Р., Способы сохранения ихтиофауны при различных видах подводных работ. М. Издательство: «лёгкая и пищевая промышленность» / В.Р. Протасов, П.Б. Богатырёв, Э.Х. Векилова, 1982.
- 15.Семёнов В.Н. Методическое пособие по оценке размера вреда водным биоресурсам при сейсморазведке и электроразведке / Ю.И. Зубенко, И.А. Атманова, О.Н. Мухаметова [и др.]- М.: Изд-во ВНИРО, 2016. - с.58-67.
- 16.Bothun, G., Skaug, H.J., Oien, N. 2009. Abundance of minke whales in the Northeast Atlantic based on survey data collected over the period 2002-2007 Paper SC/61/RMP2, IWC Scientific Committee, May 2009.
- 17.Squire J.L. Effects of the Santa Barbara, California, oil spill on the apparent abundance of pelagic fisheries resources // Mar. Fish. Rev. 1992. Vol. 54, No.1.

УДК 622(476):551.438.5

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА РАЙОНОВ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

*А.И. Павловский¹, aipavlovsky@mail.ru, И.И. Косинова², kosinova777@yandex.ru,
О.В. Шершнева¹, gomelgeo@yandex.ru, А.Н. Галкин³, galkin-alexandr@yandex.ru,
С.В. Андрушко¹, sandrushko@list.ru*

¹Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь,

²Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Российская Федерация, ³Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, г. Витебск, Беларусь

Аннотация. Разработана классификация техногенного рельефа районов добычи и переработки полезных ископаемых на территории Беларуси, обоснованы критерии выделения различных категорий рельефа, охарактеризованы их морфологические и морфометрические признаки.

Ключевые слова: техногенный рельеф, группа типов рельефа, аккумулятивный тип рельефа, выработанный тип рельефа, техногенно-опосредованный, рельефоиды.

CLASSIFICATION OF TECHNOGENIC FORMS OF RELIEFS OF REGIONS OF MINING AND PROCESSING OF MINERAL RESOURCES IN THE TERRITORY OF BELARUS

A.I. Pavlovsky¹, aipavlovsky@mail.ru, I.I. Kosinova², kosinova777@yandex.ru, A.N. Galkin³, galkin-alexandr@yandex.ru, O.V. Shershnyov¹, gomelgeo@yandex.ru, S.V. Andrushko¹, sandrushko@list.ru

¹Gomel State University named after F. Skorina, Gomel, Belarus

² Voronezh State University,

³ Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Republic of Belarus

Annotation. A classification of the technogenic relief of the regions of mining and processing of minerals on the territory of Belarus has been developed, the criteria for distinguishing various categories of relief have been substantiated, their morphological and morphometric features have been characterized.

Key words: technogenic relief, group of relief types, accumulative type of relief, developed type of relief, technogenically mediated, reliefoids.

Активная разработка месторождений полезных ископаемых приводит как к изменению природного рельефа земной поверхности, так и созданию совершенно новых, техногенных форм рельефа. Важно отметить, что техногенный рельеф отличается своеобразием морфологии и состава отложений, занимает значительные площади, часто плодородных земель, способствует развитию опасных геоморфологических процессов. Важной задачей, в этой ситуации, является разработка классификации и типизации форм техногенного рельефа, их отражение на геоморфологических картах. По мере развития горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности, расширения площадей добычи полезных ископаемых растет и разнообразие форм и типов техногенного рельефа, что находит свое отражение в создании большого числа новых классификаций. В целом их можно разделить на общие и отраслевые, причем они могут быть как привязаны к конкретным территориям, так и нет, кроме того, в классификациях может рассматриваться как собственно техногенный, так, и техногенно-опосредованный рельеф. Следует отметить большой вклад в эти работы В.Г.

Бондарчука, А.С. Девдариани, Ф.Н. Милькова, Д.Г. Панова, А.И. Спиридонова, Ф.В. Котлова, Л.Л. Розанова, З.А. Сваричевской, С.С. Трофимова, В.И. Федотова и др.

Классификация изучаемых процессов или объектов в науках о Земле, важнейший элемент исследований, основная цель которой предложить такие отличительные признаки объекта или явления, используя которые, можно наиболее точно их описать. С методологической точки зрения, классификация – система упорядоченных, соподчиненных понятий, представляемая в виде таблиц (схем) и составленная на основе определенных признаков. Обоснование признака классификации – основная проблема, с которой сталкивается исследователь при ее составлении; выбор основания деления должен осуществляться с учетом законов логики.

Важно отметить значение классификаций рельефа, и техногенного рельефа в частности, которое состоит в следующем:

- позволяет упорядочить и систематизировать знания о техногенном рельефе, поскольку строится на закономерных и объективных связях;
- дает возможность получить обобщенное знание о рельефе;
- позволяет получить новые знания о объекте изучения;
- классификация является одним из способов перехода от уровня эмпирического знания, к теоретическому геоморфологическому знанию.

Проблемами классификации техногенного (антропогенного) рельефа Беларуси занимались многие исследователи. В разработанной А.В. Матвеевым генетической классификации рельефа Белоруссии[1], выделяется техногенный класс рельефа, на основании основного источника энергии и с учетом ведущего генетического агента – группы, собственно техногенная и техногенно-опосредованная. На основании изучения антропогенного рельефа республики С.Ф. Савчиком составлена классификация антропогенных форм по системно-функциональным признакам[2]. В качестве оснований деления в классификации антропогенного рельефа были использованы иерархические, функциональные и динамические признаки, что позволило обособить типы, подтипы, виды и подвиды техноморф.

В целом, необходимо отметить, что наличие общих (генетические, эволюционные, динамические, экологические и др.) классификаций техногенного (антропогенного) рельефа, не уменьшает значение региональных, отраслевых (специальных), привязанных к определенным регионам и связанных с актуальной проблемой литоморфогенеза в районах добычи и переработки полезных ископаемых. На территории республики Беларусь разведано около 30 видов полезных ископаемых, важнейшими из которых являются калийные и каменные соли, строительные материалы, доломиты, торф, сапропели и др.[3]. Это способствовало развитию горнодобывающей и перерабатывающей промышленности для производства калийных, фосфорных удобрений, доломитовой муки, цемента и целого ряда других строительных материалов. В результате сформировались комплексы горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, в районах которых идет интенсивное преобразование естественного рельефа земной поверхности и создание разнообразных форм техногенного рельефа. Классификация форм рельефа в районах добычи и переработки полезных ископаемых на территории Беларуси является актуальной задачей, позволяющей решить вопросы систематизации, морфологии, генезиса техногенного рельефа. Выделить области изменения и перераспределения вещественно-энергетических потоков, в результате формирования «нового» рельефа в системе денудация – транзит – аккумуляция.

Категория «класс техногенного рельефа» выделяется на основании основного источника энергии рельефообразования – хозяйственной деятельности человека. Подкласс определен на основании специфики хозяйственной деятельности, в нашем случае, разработка месторождений полезных ископаемых и переработка сырья. Следующей категорией являются группы типов техногенного рельефа, в которых типы рельефа объединяются по условиям формирования и местоположению (поверхностная, подземная, водная и сопутствующая). В основу типизации техногенного рельефа положена степень участия и направление деятельности человека в районах разработки месторождений полезных ископаемых и

переработки сырья: собственно техногенный (выработанный и аккумулятивный), техногенно опосредованный, и рельефоиды (таблица 1).

В собственно техногенном (выработанный и аккумулятивный) на основании морфологических морфометрических характеристик выделен макро-, мезо-, микрорельеф и виды рельефа. Формирование техногенного макрорельефа связано с разработкой крупных месторождений полезных ископаемых: месторождение строительного камня «Микашевичи», с крупнейшим на территории Беларуси карьером глубиной свыше 100 м, террасированными склонами (рис. 1А); месторождение доломитов «Руба» состоящее из 8 участков, где разрабатывается многоуровневый карьер «Гралево» глубиной более 50 м, обводненный в нижней части, в результате добыча доломита ведется подводным способом (рис. 1Б). Вид рельефа на этих территориях террасировано-выемочный и крупно-котловинный. К аккумулятивным макроформам, в первую очередь необходимо отнести солеотвалы высотой более 120 м., образовавшиеся при шахтной разработке Старобинского месторождения калийных солей и накоплении отходов обогатительных фабрик (рис.3), а также отвалы фосфогипса Гомельского химического завода (рис. 4А, Б). Рельеф в этих районах платообразный, платообразно-террасированный, гребневидный, конусообразный.

Мезорельеф формируется при разработке менее значительных месторождений полезных ископаемых и переработки сырья. В качестве примера выработанного рельефа может служить карьер строительного камня «Крестьянская нива» в населенном пункте Глушкевичи

Таблица 1 – Классификация техногенных форм рельефа районов добычи и переработки полезных ископаемых на территории Беларуси

	Класс техногенного рельефа								
	Подкласс горнопромышленного рельефа (разработка месторождений и переработка сырья)								
	Группы типов техногенного рельефа								
		Поверхностная (субаэральная)	Подземная (субтерральная)	Водная (субаквальная)			Сопутствующая		
		Типы техногенного рельефа (собственно техногенный)						Техногенно-опосредованный	Рельефоиды
		Аккумулятивный	Выработанный	Выработанный	Выработанный	Аккумулятивный	Оползни, сплывы, осыпи, ручейковая сеть, овраги, мутьды проседания, конуса выноса, делювиальные шлейфы и др.	Здания и сооружения, продукто-проводы, эстакады и др.	
Макрорельеф	Вид рельефа	Отвально-насыпной (отвалы высотой >25 м)	Карьерно-выемочный (карьеры глубиной > 30 м.)	Подземно-экскавационный	Карьерно-выемочный (карьеры обводненные глубиной > 5 м.	Намывной (шламонакопители, хвостохранилища)			
		Платообразный, платообразно-террасированный, гребневидный, конусообразный	Террасировано-выемочный и крупнокотловинный	Тоннельно-камерный, останцовый	Котловинный, мутьдообразный	Плоский, пологонаклонный конусовидный			
Мезорельеф		Отвалы высотой < 25 м.	Карьеры глубиной < 30 м.	Стволы, квершлагы, штреки, целики	Каналы, карьеры обводненные глубиной < 5 м.				

	Вид рельефа	Платообразный, валообразный, мелкохолмистый	Выемочно-котловинный, циркообразный	Тоннельный	Линейно-траншейный, котловинный			
Микрорельеф		Валы и отвалы высотой < 3 м.	Мелкие карьеры глубиной < 3 м.	Штольни, бремсберги, гезенки, уклоны	Дренажные канавы, пруды отстойники			
	Вид рельефа	Валообразный, мелкохолмистый	Мелкокотловинный, мульдообразный	Тоннельный	Линейный мелко-траншейный, мелко-котловинный			

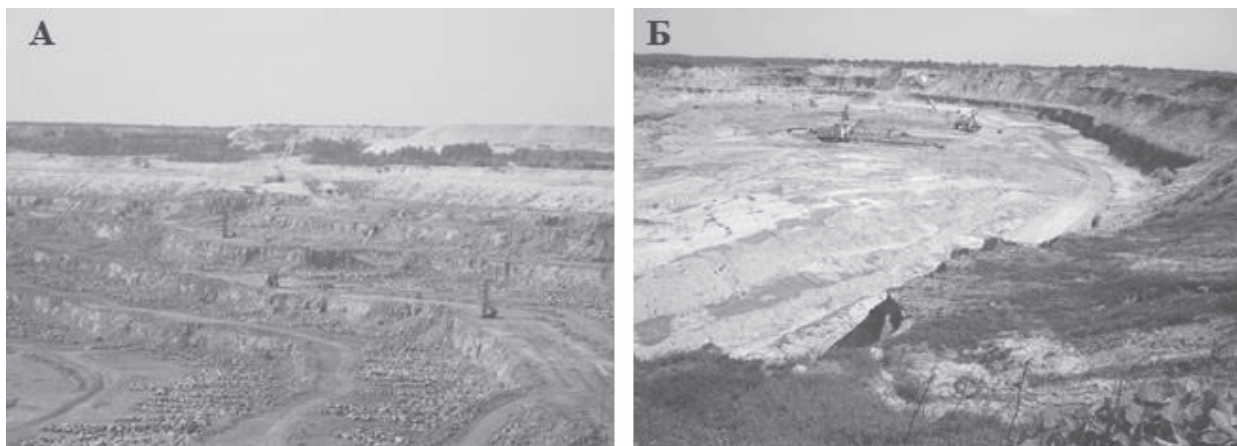


Рисунок 1 – Карьер строительного камня «Микашевичи» (А), карьер по разработке доломитов «Гралево» (Б)



Рис. 2 – Отвалы Старобинского месторождения калийных солей

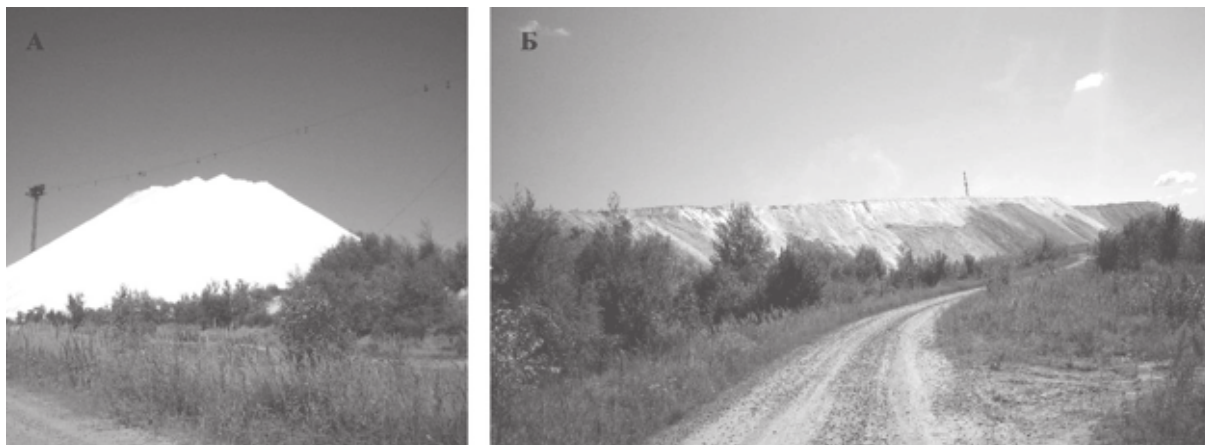


Рисунок 3 – Отвалы фосфогипса Гомельского химического завода: конусовидный (А), платообразный (Б).

Карьеры по разработке мергельно-мелового сырья в г.п. Красносельский, в районе г. Гродно (карьер «Грандичи») и г. Кричева, карьера стекольных песков «Ленино». Глубина выработанных форм редко достигает 30 м. Вид рельефа в основном выемочно-котловинный, циркообразный. Аккумулятивные формы представлены в основном отвалами вскрышной породы и имеют платообразный, валовидный, мелко-холмистый вид.

Подземная группа типов рельефа представлена выработанным типом рельефа который сформировался в процессе разработки месторождений калийных солей подземно-экскавационным способом, вид рельефа тоннельно-камерный, останцовый, наиболее типичными формами являются горные выработки (стволы, квершлагги, штреки, целики, штольни, бремсберги, гезенки, уклоны) разных размеров и назначения.

Водная группа типов рельефа подразделяется на выработанный и аккумулятивный типы, которые также отличаются морфометрическими параметрами и морфологией. Выработанный рельеф характерен для разработок месторождений торфа, а также практически везде прекращение добычи полезного ископаемого приводит к обводнению карьеров. Широко представлены в техногенном рельефе водоотводные каналы, пруды специального назначения (усреднители, опреснители и т.д.), водоотводные траншеи. Аккумулятивный тип рельефа является в основном намытым и имеет плоский, полого-наклонный или конусовидный вид. Это в основном шламонакопители и хвостохранилища, образующиеся в процессе работы перерабатывающих и обогащательных фабрик.

Сопутствующая группа типов рельефа разделена на техногенно-опосредованный тип и рельефоиды. Создание в процессе горнодобывающей и перерабатывающей деятельности техногенных форм рельефа существенно изменяет современный морфогенез и способствует формированию рельефа возникающего в результате естественных процессов. Прежде всего необходимо отметить такие формы как оползни, сплывы, осыпи, ручейковая сеть, овраги, мульды проседания, конуса выноса, делювиальные шлейфы и др.

Представляется также возможным выделить в отдельный тип рельефа формирующуюся в районах разработки месторождений полезных ископаемых и переработки сырья инфраструктуру – рельефоиды (здания и сооружения, продуктопроводы, эстакады и др.).

Таким образом, разработка и типизация техногенного рельефа является важнейшей составляющей исследования формирующих морфолитотехнических систем и их влияния на геологическую среду.

Работа выполнена при поддержке фонда БРФФИ, договор № X20P-284 от 04.05.2020 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев А.В., Гуский Б.Н., Левицкая Р.И. Рельеф Белоруссии. – Мн.: Университетское, 1988. – 320 с.
2. Савчик С.Ф. Классификация техногенного рельефа по социально-функциональным признакам//Геоморфология. - 1996 - № 2 -С 100-104
3. Галкин, А.Н. Литотехнические системы Белоруссии: закономерности функционирования, мониторинг и инженерно-геологическое обоснование управления: дис. ... докт. геол.-минер. наук: 25.00.08 / А.Н.Галкин. – М., 2014. – 401 с.

УДК 504.7

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРОН-КОНЬЯКСКОГО ВОДОНОСНОГО КОМПЛЕКСА В КАНТЕМИРОВСКОМ РАЙОНЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Пономарева Н.О., Белозеров Д.А.

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Ponomareva N.O.

*Scientific adviser: Associate Professor, Candidate of Geological Sciences, D.A. Belozеров
Voronezh State University, Voronezh, Russia*

Аннотация: Работа направлена на рассмотрение жизненного цикла использования водоносного турон-коньякского комплекса в Кантемировском районе Воронежской области. По результатам исследований были выявлены возможные причины загрязнения подземных вод хлоридами и сульфатами, а также на каких этапах жизненного цикла это происходит. Были представлены рекомендации по решению данной проблемы.

Ключевые слова: водоносный турон-коньякский комплекс, жизненный цикл подземных вод, хлориды, сульфаты, качество питьевой воды, водоснабжение Кантемировского района Воронежской области.

Key words: aquifer Turonian-cognac complex, groundwater life cycle, chlorides, sulfates, drinking water quality, water supply of the Kantemirovsky district of Voronezh region.

Annotation: The work is aimed at considering the life cycle of the use of the aquifer Turonian-Cognac complex in the Kantemirovsky district of the Voronezh region. According to the results of studies, possible causes of groundwater pollution by chlorides and sulfates were identified, as well as at what stages of the life cycle this occurs. Recommendations were made on this problem.

Введение

Концепция экологического жизненного цикла товара (ресурса) заключается во влиянии товара на состояние природной среды и человека, начиная от добычи сырья на производство и заканчивая захоронением и распадом отходов после потребления товара, захоронением отработанного товара. Экологический жизненный цикл товара шире, чем жизненный цикл товара, так как воздействие на состояние природных ресурсов происходит с момента добычи сырья на производство товара до утилизации и захоронения отработанного товара, который на протяжении длительного времени экологически воздействует на природные объекты и человека. Экологический жизненный цикл товара продолжается даже тогда, когда окончен его жизненный цикл и товар снят с производства.

Водоносный турон-коньякский карбонатный комплекс K2t-k приурочен к трещиноватым мело-мергелистым породам туронского и коньякского ярусов верхнего мела. Кровля комплекса залегает на глубинах 40,5-134 м. Мощность обводненной толщи 89 м. Комплекс напорный, величина напора составляет 24,25-68,6 м. Уровень подземных вод устанавливается на глубинах 2,4-24,9 м на абсолютных отметках 103,75-127,6 м. Выдержанный подстилающий водоупор отсутствует. Воды приурочены к нижней части меловой толщи. Воды

комплекса по анионному составу хлоридно-гидрокарбонатные, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридные. Катионный состав магниевый-кальциевый. Воды пресные. Содержание хлоридов и сульфатов превышают гигиенический норматив[1].

Питание комплекса происходит за счет атмосферных осадков и перетока из вышележащих водоносных подразделений. Так как водоносный комплекс глубинный и показатели по хлоридам и сульфатам во многих пробах превышены, о чем свидетельствуют результаты исследований в приведенной ниже таблице (Таблица 1), необходимо выяснить, что является источником этого загрязнения.

Таблица 1. Результаты химического исследования по хлоридам и сульфатам за несколько лет в Кантемировском районе Воронежской области

Определяемый показатель	2015 год (мг/дм ³)	2016 год (мг/дм ³)	2017 год (мг/дм ³)	2018 год (мг/дм ³)	Гигиенический норматив (мг/дм ³)
Хлориды	1)320 2)312,3 3)294,2	1)244,1 2)662 3)216	1)713,6 2)553,4 3)582,5	1)320 2)312,2 3)294,2 4)379,9 5)313,1 6)266	350
Сульфаты	1)597,1 2)566,5 3)551,2	1)368,1 2)1114 3)392,2	1)1069,4 2)859 3)774,5	1)508,1 2)466,5 3)451,2 4)592,5 5)396,5 6)478,3	500

Особенности гидрохимических условий изучаемой территории обусловлены приуроченностью к присводовой части Воронежского кристаллического массива и зоне Кантемировского поднятия, окаймленного сетью неотектонических разрывных нарушений, гидрогеологическая роль которых совершенно не изучена. Проведенными ранее на данной территории работами установлена инверсионность геофильтрационных свойств водовмещающих отложений и присущая этому вертикальная зональность содержания основных ингредиентов качественного состава подземных вод, а именно минерализации, общей жесткости, содержания железа общего. Влияние неотектонических разрывных нарушений на выявленные особенности не оспаривается, но механизм их воздействия остается не полностью ясен[3]. Таким образом, можно обозначить три источника появления хлоридов и сульфатов в данном водоносном горизонте: водовмещающие отложение, инфильтрация грунтовых вод и переток из вышележащих водоносных подразделений (Рис.1).

Разведывательные работы по поиску подземных вод проводятся:

- для оценки эксплуатационной возможности определенных регионов и общих перспектив;
- определения эксплуатационной возможности района в условиях конкретного пользователя действующих или проектируемых объектов.

На основании проведенных работ оценивается:

- характеристика общих гидрогеологических условий региона, общих условий формирования эксплуатационных и естественных запасов источников;
- продуктивные водоносные горизонты и перспективные площади;
- предварительная количественная оценка источников водоснабжения, прогноз эксплуатационных запасов;
- постановка дальнейших исследований.

После того как проведен поиск подземных вод и дана положительная прогнозная оценка перспективным участкам, проводится разведка месторождения подземных вод. Она обычно состоит из трех стадий: предварительной, детальной и эксплуатационной[2].



Рис. 1—Схема жизненного цикла турон-коньякского водоносного комплекса

Для строительства глубоких водозаборных скважин обычно применяют вращательное и ударно-канатное бурение. Тем самым формируется шумовое загрязнение.

Вода на предприятиях молочной промышленности (ООО «СХП «Новомарковское»») играет важную роль в различных аспектах. Все технологические процессы производства молока и молочных продуктов постоянно связаны с поддержанием контролируемого микробиоценоза. Такой контроль возможно осуществить лишь при условии систематической обработки технологического оборудования (емкости для хранения молока (сливок), авто- и железнодорожные цистерны, аппараты для выработки творожного сгустка и т.п.). Вода используется при том, как один из реагентов, наряду с сильными окислителями (гинохлориты), поверхностно-активными веществами, содой, едким натром. Холодная вода используется как растворитель моющих средств и, что очень важно, как средство для заключительного ополаскивания посуды, тары, оборудования. Горячую воду и пар применяют в качестве самостоятельных средств, не имеющих равноценной замены на определенных этапах обработки.

Поддержание чистоты в помещениях цехов и на территории предприятия может быть обеспечено также лишь при достаточном и надежном водоснабжении[4].

Хлориды, содержащиеся в стоках, не удаляются ни биологическим, ни механическим способом. Поскольку это вещество активно по отношению к бактериям, то его наличие и концентрация являются определяющим фактором для показателя химической потребности в кислороде (ХПК). Показатель ХПК – кислородный эквивалент содержания в исходной жидкости органических соединений. Он обозначает количество кислорода, необходимое для процессов разложения и окисления.

Очистка сточных вод от хлоридов и сульфатов производится физико-химическими методами. Для этих целей чаще всего применяются коагуляция и электролиз с последующей фильтрацией. В некоторых случаях для установления необходимого показателя ХПК применяется предварительное осаждение вещества в виде AgCl . Для того, чтобы избежать избыточного расхода кислорода на окисление хлора, очистка хлорсодержащих стоков обязательно должна контролироваться в соответствии с химической потребностью в кислороде.

- Коагуляция представляет собой процесс группирования мельчайших частиц загрязнений, находящихся во взвешенном виде в более крупные образования для их последующего отделения. Загрязнения находятся как во взвешенной твердой фазе, так и в виде мельчайших «плавающих» капель жидкостей. Эти взвешенные частицы, как правило имеют отрицательный заряд и благодаря окружающему их ионному слою не могут приблизиться друг к другу на расстояние, когда начинают действовать силы межмолекулярного взаимодействия.

Чем меньше загрязняющих частиц в растворе, тем более стабильной является эта система, поскольку тем больше толщина межмолекулярного слоя, препятствующего их сближению. Процесс укрупнения загрязняющих частиц запускается под воздействием коагулянтов, которые нейтрализуют отрицательный заряд, находящийся на поверхности частиц загрязнений в сточной воде. В результате такого воздействия сточные воды теряют устойчивое внутреннее равновесие, у частиц прекращается их взаимное отталкивание и они начинают взаимодействовать между собой.

- Электролиз сточных вод проводится с использованием электролитически нерастворимых анодных материалов (графитированного угля, магнетита, двуокиси свинца, марганца или рутения, нанесенных на титановую основу) при относительно высоких плотностях тока в бездиафрагменных либо диафрагменных электролизах при обычной или повышенной температуре. Деструктивное окисление молекул различных органических веществ на аноде часто сопровождается полным их распадом с образованием углекислого газа, воды, аммиака и некоторых других газообразных продуктов. Таким образом, при электролизе сточных вод протекает ряд различных физико-химических процессов, обуславливающих эффект очистки сточных вод от растворенных и диспергированных примесей.

Если очистка воды по каким-либо причинам (например, неисправность элемента очистного сооружения) является ненадежной, то загрязненная вода также попадает в поверхностные водотоки.

Выводы

Хлориды и сульфаты в турон-коньском водоносном комплексе находятся в воде с момента его формирования. Источниками этих элементов являются водовмещающие отложения, инфильтрация грунтовых вод и переток из вышележащих водоносных подразделений.

Зная негативное влияние хлоридов и сульфатов на организм человека, можно сделать вывод о том, что использование этой воды в бытовом и сельскохозяйственном назначении недопустимо. Что касается использования данного водоносного комплекса в качестве технического водоснабжения на промышленном предприятии, то здесь ограничений нет. В Кантемировском районе Воронежской области таким предприятием является ООО «СХП «Новомарковское»», основной деятельностью которого является разведение молочного крупного рогатого скота и производство сырого молока. Очистка сточных вод от хлоридов и сульфатов должна производиться физико-химическими методами. Для этих целей применимы коагуляция и электролиз с последующей фильтрацией.

Так как вода должна использоваться только в качестве технической, то ее добыча оказывается нецелесообразной. Для бытового и сельскохозяйственного водоснабжения можно рекомендовать добычу воды из другого водоносного горизонта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Белозеров Д.А. Отчет «Оценка запасов пресных подземных вод по водозабору ООО «СХП» Новомарковское» на участке в с.Новомарковка Кантемировского района Воронежской области»
- 2) Белицких А.С. Краткий справочник по проектированию и бурению скважин на воду 2-е издание М., Недра, 1983
- 3) Мироненко В.А. Динамика подземных вод М, Недра, 1983, 360 стр.
- 4) Дудин И.Ф. Санитарно-технические устройства предприятий молочной промышленности. - М.: Агропромиздат, 1989 - 311 с.

УДК 550.34

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЕЙСМОАКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА КОМПЛЕКСОМ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЙ И ТЕКТОНОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Ребецкий Ю.Л.¹, Артиков Т.У.², Ибрагимова Т.Л.², Ибрагимов Р.С.², Мирзаев М.А.²,
e-mail: ibrroma@yandex.ru, artikovtu@mail.ru

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

² Институт сейсмологии АН РУз, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Приводятся результаты оценки текущей сейсмологической обстановки сейсмоактивных зон территории Узбекистана на предмет возможности возникновения в их пределах сильного землетрясения в ближайшие годы. На первом этапе, в пределах сейсмоактивных зон выделяются области, в которых отмечалась высокая сейсмическая активность на уровне сильных землетрясений начиная с исторического периода времени. На втором этапе, по временным флуктуациям комплекса прогностических параметров сейсмического режима эти области ранжируются по числу наблюдаемых на текущий момент аномальных признаков. Проведен анализ эффективности карт долгосрочного прогноза, разработанных и переданных на внедрение в МЧС РУз в 2015 и в 2018 гг. На основе параметров механизмов очагов происходящих землетрясений методом катакластического анализа разрывных смещений осуществлена реконструкция природного напряженного состояния земной коры территории Узбекистана. Дана тектонофизическая интерпретация выделенным областям долгосрочного прогноза.

Ключевые слова: долгосрочный прогноз землетрясений, параметры сейсмического режима, сейсмическая активизация, механизмы очагов землетрясений, реконструкция напряженного состояния.

ASSESSMENT OF THE STRESS STATE OF UZBEKISTAN'S SEISMIC ACTIVE AREAS BY COMPLEX OF SEISMOLOGICAL AND TECTONOPHYSICAL METHODS

Yu.L. Rebetsky¹, T.U. Artikov², T.L. Ibragimova², R.S. Ibragimov², M.A. Mirzaev²
e-mail: ibrroma@yandex.ru, artikovtu@mail.ru

¹ Schmidt Institute of Physics of the Earth, Moscow, Russia

² Institute of Seismology, AS of Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. The results of the current seismological situation assessment in seismic active zones of the Uzbekistan's territory are given for the possibility of a strong earthquake within it in the coming years. At the first stage, within the seismically active zones are distinguished in which high seismic activity was noted at the level of strong earthquakes since the historical period. At the second

stage, according to the temporal fluctuations of the complex of predictive parameters of the seismic regime, these areas are ranked according to the number of anomalous signs observed at the current moment. The analysis of the effectiveness of long-term forecast maps developed and submitted for implementation to the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan in 2015 and 2018 has been carried out. On the basis of the occurring earthquakes focal mechanism's parameters the reconstruction of the natural stress state of the Uzbekistan territory earth's crust was carried out by the methods of cataclastic analysis of displacements along fault sets. A tectonophysical interpretation of the selected areas of the long-term forecast is given.

Keywords. Long-term earthquake forecast, seismic regime parameters, seismic activity, earthquake focal mechanism, reconstruction of the stress state.

Территория Узбекистана характеризуется сложным тектоническим строением и высоким уровнем сейсмической активности. Ее восточная часть относится к новейшему эпиплатформенному орогену Западного Тянь-Шаня, западная - к эпигерцинской Туранской платформе. На территории Узбекистана и в сопредельных с ним регионах, как за исторический период времени, так и на современном этапе, неоднократно происходили землетрясения с магнитудой $M \geq 7.0$ и интенсивностью сотрясений в эпицентре $I_0 = 9-10$ баллов по шкале MSK-64. Поэтому проблема обеспечения сейсмической безопасности здесь весьма актуальна.

Распределение землетрясений по площади исследуемой территории весьма неравномерное (рис.1). Восточнее Западно-Тянь-Шаньского линеймента, являющегося границей между горными сооружениями Тянь-Шаня и равнинной территорией Туранской плиты, сейсмическая активность как на уровне слабых и умеренных сейсмических событий (синие кружки на карте), так и на уровне сильных землетрясений (красные кружки), очень высокая, а западней этого линеймента – низкая [10]. Подавляющее большинство сильных землетрясений исследуемого региона происходит в пределах сейсмоактивных зон [9], ассоциированных с глубинными разломами земной коры. Внутри же сейсмоактивных зон выделяются участки, в которых за исторический период времени и за инструментальный период наблюдений отмечается высокая сейсмическая активность на уровне сильных землетрясений, что свидетельствует о наличии в них благоприятных условий для крупномасштабного разрушения в поле действующих тектонических напряжений. Эти участки интенсивного дробления земной коры рассматриваются как наиболее вероятные области ожидаемой сейсмической активизации на ближайшие десятилетия [2, 9], и особенности их напряженного состояния представляет значительный научный и практический интерес.

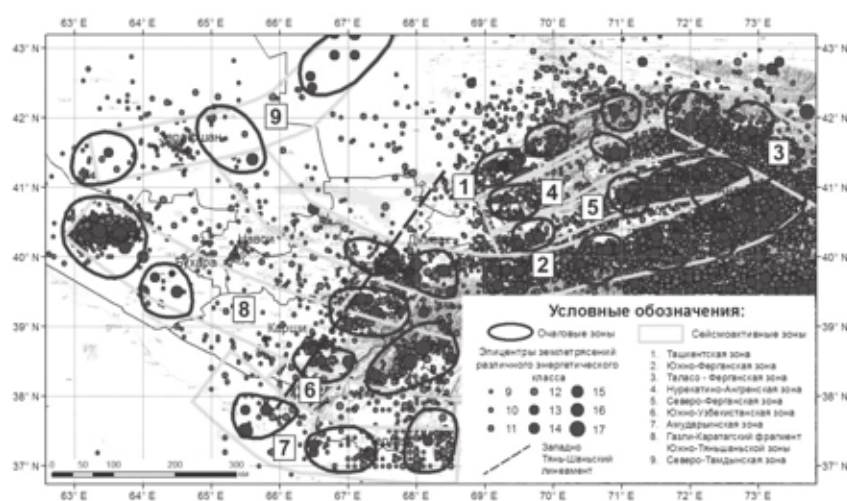


Рис. 1. Карта эпицентров исторических и инструментальных землетрясений с энергетическим классом $K = 9-17$ ($M = 2.5-7.5$) территории Узбекистана и основные сейсмоактивные зоны ($K = 1,8M + 4$)

Исследование текущей сейсмологической обстановки в пределах сейсмоактивных зон на предмет возможности возникновения сильного землетрясения в ближайшие несколько лет проводилось на основе анализа комплекса прогностических параметров сейсмического режима, характеризующих кинетику процесса трещинообразования очаговой области по мере приближения к моменту магистрального разрыва [2, 9]. С этой целью были рассчитаны средние долговременные значения параметров сейсмического режима и исследованы временные изменения этих же параметров. На основе сопоставления этих значений в каждой сейсмоактивной зоне выявлялись участки, в которых на текущий момент времени отмечаются значимые аномалии. При этом особое внимание отводилось тем 29 областям сейсмоактивных зон, в которых, начиная с исторического периода времени происходили сильные землетрясения. Рассматривались следующие параметры сейсмического режима, представляющие прогностическую ценность [2, 9]:

- длительность сейсмической паузы в возникновении сильных ($M \geq 5.0$) землетрясений в пределах сейсмоактивной зоны и отдельных ее сегментов, относительно среднего периода повторения землетрясений такой силы, рассчитанного по зависимости Гутенберга-Рихтера;
- суммарное количество слабых и умеренных землетрясений, происходящих в каждой точке сейсмоактивной зоны в единицу времени на предмет выявления областей сейсмической активизации и сейсмического затишья [4, 5], а также нахождения областей, где на текущий момент времени наблюдаются эффекты так называемой «кольцевой активности» [5];
- временные изменения угла наклона графика повторяемости землетрясений в распределении сейсмических событий по энергетическим классам (закон Гутенберга-Рихтера), который называется сейсмической дробностью среды;
- совместное поведение сейсмической активности и сейсмической дробности;
- параметры, характеризующие степень сгруппированности сейсмических событий во времени и в пространстве [1];
- энергетические характеристики сейсмического режима, которые описываются функцией логарифма выделившейся сейсмической энергии, графиками Бенъоффа, площадью образующихся в процессе сейсмической деформации разрывов, пропорциональных выделенной энергии с показателем степени $2/3$.

Для различных прогностических параметров сейсмического режима размеры круговых областей, в которых они рассчитывались, а также пороговые значения параметров, выход за которые интерпретировалось как проявление аномалии, выбирались на базе ретроспективного анализа динамики сейсмического процесса в областях подготовки уже произошедших сильных землетрясений (с этой целью были проанализированы временные изменения параметров сейсмического режима в очаговых зонах свыше 40 землетрясений).

На основе анализа комплекса прогностических признаков строится карта областей ожидаемой сейсмической активизации на ближайшие годы (рисунок 2). По числу проявившихся аномальных признаков были введены четыре градации для характеристики степени сейсмической опасности каждой очаговой зоны на текущий момент времени:

низкая вероятность возникновения землетрясений в ближайшие годы: 0-3 проявившихся прогностических признака (желтые области на рисунке 2);

невысокая вероятность возникновения землетрясений: 4-5 проявившихся прогностических признаков (коричневые области на рисунке 2);

высокая вероятность возникновения землетрясений: 6-7 проявившихся прогностических признаков (розовые области на рисунке 2);

очень высокая вероятность возникновения землетрясений: 8-11 проявившихся прогностических признаков (красные области на рисунке 2).

Первый вариант «Карты областей ожидаемой сейсмической активизации на ближайшие годы» (рисунок 2) был построен в конце 2015 года [2, 9] и передан в МЧС РУз для проведения необходимых антисейсмических мероприятий. Практически все сильные (с $M \geq 5.0$) землетрясения, произошедшие на территории Узбекистана и в сопредельных с ним областях в

период 2016-2017 гг., попали в выделенные на данной карте области долгосрочного прогноза, в которых вероятность их возникновения оценивалась как «высокая» и «очень высокая».

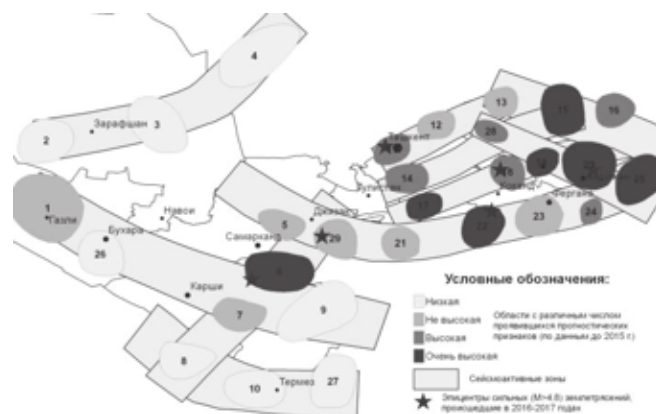


Рис. 2. Карта областей ожидаемой сейсмической активизации на ближайшие годы по комплексу прогностических параметров сейсмического режима, построенная в 2015 году и переданная МЧС РУз

С учетом меняющейся геодинамической обстановки в регионе в начале 2018 г. была разработана и внедрена в МЧС Республики Узбекистан следующая по времени карта областей ожидаемой сейсмической активизации на ближайшие годы [3](рис. 3). Эта карта была построена по сейсмологическим данным, оканчивающихся декабрем 2017 г. На этом же рисунке показаны эпицентры сильных землетрясений, которые произошли в период с 01.01.2018 по 31.03.2020 года. Значительная часть этих землетрясений также реализовалась в областях, где по данным долгосрочного прогноза вероятность их возникновения была «высокой» и «очень высокой». Два землетрясения с магнитудой $M \geq 4.8$ попали в Газлийскую очаговую зону, где по карте долгосрочного прогноза вероятность их возникновения оценивалась как «не высокая». По-видимому, для Газлийской очаговой зоны, где в 1976 и 1984 гг. реализовались три землетрясения с магнитудой $M \geq 7.0$ и до сих пор землетрясения с магнитудой $M \geq 4.8$ происходят достаточно часто, уровень прогнозируемых сейсмических событий следует несколько повысить.

Анализируя результаты долгосрочного прогноза в режиме реального времени за истекшие пять лет в целом, можно отметить достаточно высокую эффективность разрабатываемых карт областей ожидаемой сейсмической активизации на ближайшие годы. В настоящее время карта долгосрочного прогноза, разработанная в 2018 году, требует обновления, которое планируется осуществить с учетом сейсмологических данных по 31.12.2020.



Рис. 3 – Карта областей ожидаемой сейсмической активизации на ближайшие годы по комплексу прогностических параметров сейсмического режима, построенная в 2018 году и переданная МЧС РУз

С целью тектонофизической интерпретации установленного факта локализации сильных землетрясений, произошедших с исторического периода времени, в компактных областях, расположенных внутри сейсмоактивных зон, была проведена реконструкция природного напряженного состояния земной коры территории Узбекистана по данным фокальных механизмов очагов землетрясений [8]. Реконструкция осуществлялась алгоритмами метода катакластического анализа разрывных смещений (МКА), разработанного в ИФЗ РАН [7]. В результате проведенной реконструкции для каждой точки исследуемой территории было определено положение в пространстве осей главных напряжений, рассчитано значение коэффициента Лоде–Надаи, установлен геодинамический тип напряженного состояния земной коры и определены значения относительных (нормированных на прочность сцепления) величин максимальных касательных напряжений и эффективного всестороннего давления. Все параметры напряженного состояния земной коры определялись отдельно для всего сейсмоактивного слоя в целом, для верхней части земной коры (до 15 км) и слоя, расположенного ниже 15 км. На рисунке 4 показаны проекции на горизонтальную плоскость осей алгебраически минимального главного напряжения (максимального сжатия) σ_3 и максимального главного напряжения (минимального сжатия) σ_1 для всего сейсмоактивного слоя.

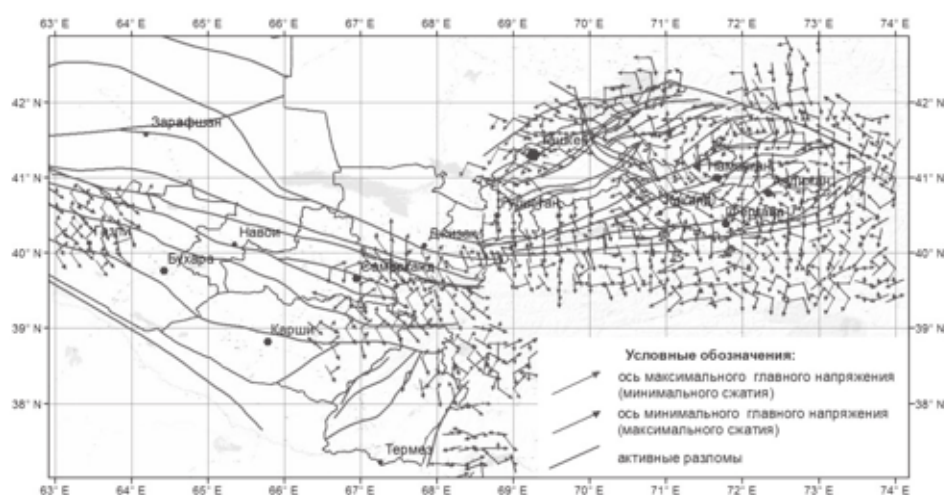


Рис. 4—Проекции на горизонтальную плоскость осей алгебраически минимального главного напряжения (максимального сжатия) σ_3 и максимального главного напряжения (минимального сжатия) σ_1 для всего сейсмоактивного слоя

Одним из результатов реконструкции напряжений, проводимых МКА, является определение относительных величин максимальных касательных напряжений и эффективного всестороннего давления (разность между давлением в горных породах и флюидным давлением трещинно-порового пространства $p^* = p - p_{fl}$, где $p = -(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)/3$). В рамках данного метода предполагается, что в областях, характеризующихся высокой сейсмической активностью, массивы горных пород находятся в напряженном состоянии, близком к предельному. Из соотношений Кулона – Мора это определяет прямо пропорциональную связь между эффективными нормальными σ_1^* и касательными τ напряжениями на плоскости хрупкого разрыва [6], а как следствие, и между их относительными величинами p^*/τ_f и τ/τ_f , полученными нормированием значений p^* и τ на прочность сцепления массивов горных пород τ_f (в предположении, что последняя не сильно варьирует в пределах исследуемой территории).

В работах [7, 12] отмечается, что сильные землетрясения, как правило, происходят в областях с не высокими значениями эффективного всестороннего давления и максимальных касательных напряжений, что связывается с тем, что в таких областях понижены значения сил трения на разрывах, а это создает благоприятные условия для крупномасштабного разрушения.

Если при реконструкции, проведенной для всего сейсмоактивного слоя в целом, области пониженных значений относительных величин эффективного давления p^*/τ_f расположены достаточно мозаично, то для слоя, расположенного ниже глубины 15 км (рис. 5), где в основном и реализуются сильные землетрясения, области с высокими и низкими значениями относительных величин эффективного давления хорошо структурированы и чередуются между собой. На территории Восточного Узбекистана области пониженных значений параметра p^*/τ_f расположены в пределах Южно-Ферганского и Северо-Ферганского разломов и одноименных флексурно-разрывных зон, где действительно происходило много сильных землетрясений. В западной части территории Узбекистана пониженными значениями величин эффективного давления p^*/τ_f характеризуется Газлийская очаговая зона, где в 1976 и 1984 гг. произошли землетрясения с магнитудой $M \geq 7.0$.

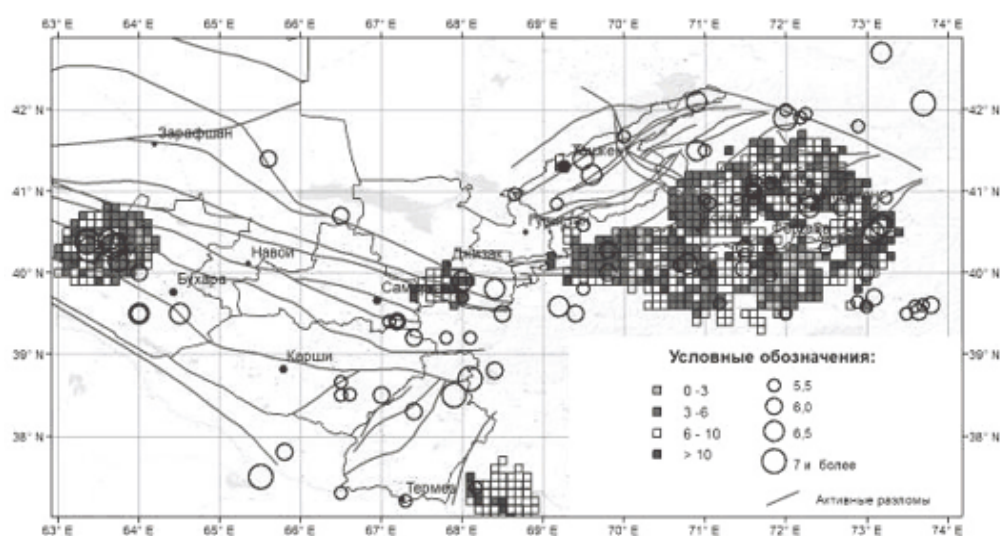


Рис. 5. Площадное распределение нормированной на прочность сцепления величины эффективного давления (p^*/τ_f) для сейсмоактивного слоя, расположенного ниже 15 км

Для более конкретного тектонофизического районирования опасных участков этих разломов необходимы специальные исследования кулоновых напряжений на их поверхности, что требует сведения об углах погружения этих разломов [11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Зияудинов Ф.Ф. Сейсмическая опасность территории Узбекистана. - Ташкент: ФАН, 2012. - 254 с.
2. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Синоптический долгосрочный прогноз мест ожидаемой сейсмической активизации на территории Узбекистана // Геориск. - 2017. - №2. - С. 20–28.
3. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Опыт оценки текущей сейсмологической обстановки на территории Узбекистана по комплексу прогностических параметров сейсмического режима // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2020. - Том 4. - №3. - С. 265-279. <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-3.265>
4. Завьялов А.Д. Среднесрочный прогноз землетрясений: основы, методика, реализация. – Москва: Наука, 2006. –С.254.
5. Моги К. Предсказание землетрясений. – М: Наука. 1988. – С.382.
6. Ребецкий Ю.Л. Реконструкция тектонических напряжений и сеймотектонических деформаций: методические основы, поле современных напряжений Юго-Восточной Азии Океании // Доклады РАН. - 1997. - Т. 354. - № 1. - С. 101-104.

7. Ребецкий Ю.Л. Тектонические напряжения и прочность природных массивов. - М.: Академкнига. – 2007. - 406 с.
8. Ребецкий Ю.Л., Ибрагимова Т.Л., Ибрагимов Р.С., Мирзаев М.А. Напряженное состояние сейсмоактивных областей Узбекистана// Вопросы инженерной сейсмологии. – 2020. - Т. 47. - № 3. - С. 28-52. <https://doi.org/10.21455/VIS2020.3-2>.
9. Artikov T.U., Ibragimov R.S., Ibragimova T.L., Mirzaev M.A.. Identification of expected seismic activity areas by forecasting complex seismic-mode parameters in Uzbekistan // Geodesy and Geodynamics. - 2018. - Volume 9. - Issue 2. - Pp.121-130.
10. Artikov T.U., Ibragimov R.S., Ibragimova T.L., Mirzaev M.A. Complex of general seismic zoning maps OSR-2017 of Uzbekistan // Geodesy and Geodynamics. - 2020. -Volume 11. - Issue 4. - P. 273-292 <https://doi.org/10.1016/j.geog.2020.03.004>.
11. Rebetsky Yu.L., Kuzikov S.I. Active faults of the northern Tien Shan: tectonophysical zoning of seismic risk // Russian Geology and Geophysics. - 2016. - 57 (6). - Pp. 967–983. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2016.05.004>.
12. Rebetsky Y.L., Tatevossian R.E. Rupture propagation in strong earthquake sources and tectonic stress field // Bulletin de la Societe Geologique de France. - 2013. - V. 184. - № 4—5. - Pp. 335—346.

УДК 550.41

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЙ АГРАРНОГО КОМПЛЕКСА, КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сысоева Е.Д., Курышев А.А.

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

Аннотация: В настоящее время происходит интенсивное развитие сельскохозяйственной отрасли в России, что подразумевает под собой появление новых и обострение существующих экологических проблем. Расширение отгонных пастбищ, перерабатывающая промышленность, развитие животноводства на промышленной основе, большая концентрация скота на ограниченной территории свидетельствуют о том, что имеется необходимость использования компонентов природной среды, что оказывает большое влияние на экологическое состояние окружающего мира. Известно, что промышленное животноводство – это один из самых крупных водопотребителей в мире.

Работа направлена на то, чтобы охарактеризовать предприятия аграрного комплекса, как потенциального источника загрязнения окружающей среды. В ней рассматриваются степень изученности территории и природные условия территории на участке предполагаемого строительства.

Ключевые слова: сельское хозяйство, эколого-геологические условия, животноводство, аграрные комплексы, загрязнения окружающей среды, компоненты природной среды.

Abstract: In the present time there is an intensive development of the agricultural industry in Russia, which implies the emergence of new and aggravation of the existing environmental problems. The expansion of distant pastures, processing industry, the development of animal husbandry on an industrial basis, a large concentration of livestock in a limited area indicate that there is a need to use components of the natural environment, which has a great influence on the ecological state of the surrounding world. It is known that industrial livestock is one of the largest water consumers in the world.

The work is aimed at characterizing the enterprises of the agricultural complex as a potential source of environmental pollution. It examines the degree of exploration of the territory and the natural conditions of the territory in the area of the proposed construction.

Key words: agriculture, ecological and geological conditions, animal husbandry, agrarian complexes, environmental pollution, components of the natural environment.

Сельское хозяйство, как отрасль общественного производства напрямую связана с использованием природных ресурсов. Всё, что делает земледелец – это по сути использование природы для удовлетворения потребностей человека. Также сельское хозяйство действует, как элемент преобразования природных ценностей и охраны окружающей среды.

Основной загрязнитель земель и других компонентов природной среды – это животноводческие комплексы, предприятия по переработке отходов животного происхождения, фермы и птицефабрики, отходы и сточные воды животноводческих комплексов, и использование ядохимикатов и пестицидов. Состояние почв, грунтов и всей окружающей среды в сельской местности остаётся тревожным, согласно государственным докладам об охране окружающей среды. В зонах чрезвычайной экологической опасности или экологической катастрофы находятся многие регионы.

Животноводческие комплексы оказывают влияние на компоненты окружающей среды, тем самым загрязняя атмосферу, почву и подземные воды. Их число стремительно увеличивается из-за прироста населения, а продовольственные товары это всегда самый актуальный продукт на рынке[1].

Цель работы – выявить ведущие загрязняющие элементы, образующиеся от предприятий аграрного комплекса и охарактеризовать их воздействие на компоненты природной среды.

Объектом исследования являются площадки размещения завода по переработке сырья животного происхождения и молочный комплекс.

В административном отношении исследуемые объекты находятся в центральной части Воронежской области: Павловский и Бобровский муниципальные районы.

Эти районы относятся к районам с относительно благоприятной экологической обстановкой. Для района характерны: высокая сельскохозяйственная и транспортная нагрузка и средняя для области залесенность.

Климат районов умеренно-континентальный с жарким и сухим летом и умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом и хорошо выраженными переходными сезонами[2].

Территория, под строительство молочного комплекса в Павловском районе относится к левобережной водосборной области р. Дон, ближайшие водные артерии р. Дон и левый приток р. Бабка. Территория предприятия по переработке сырья животного происхождения также располагается на левом берегу реки Дон. В обоих районах протекает река Битюг, а также имеются небольшие озёра и пруды.

Районы исследования находятся на юго-восточном окончании Воронежской антеклизы в пределах Павловского выступа. В геологическом строении выделяются два структурных этажа. Нижний этаж представлен метаморфическими и магматическими породами докембрия, на которых залегают породы верхнего этажа. Верхний этаж в свою очередь сложен осадочными породами девонской, каменноугольной, меловой, неогеновой, палеогеновой и четвертичной систем [3].

В геологическом строении выделяются два структурных этажа. Нижний – сложен сильно дислоцированными метаморфическими и магматическими породами докембрия, на которых с резким угловым несогласием залегают породы верхнего этажа. Верхний – представлен относительно спокойно залегающими осадочными породами девонской, меловой, неогеновой, палеогеновой и четвертичной систем. Бобровский и Павловский район очень схожи по своему геологическому строению, однако небольшие различия всё-таки присутствуют. Добавляются некоторые яруса и свиты, например, в девонской системе добавляется фрамский ярус, а в палеогене – коротоякская и тихососновская свиты.

Павловский район приурочен к области питания двух крупных артезианских бассейнов Донецко-Донского и Приволжско-Хопёрского, однако Бобровский район приурочен только к Приволжско-Хопёрскому [4].

Пресные подземные воды Павловского района приурочены к четырем основным водоносным комплексам, которые часто используются для целей водоснабжения: неоген-четвертичному, турон-коньякскому, апт-альбскому и верхнедевонскому. Основными водоносными комплексами Бобровского района также являются неоген-четвертичный и турон-коньякский, однако апт-альбский сменяется апт-сеноманским, а верхнедевонский становится общим – девонским.

Главным водоносным комплексом, который широко используется для целей водоснабжения, является неоген-четвертичный комплекс. Он состоит из серии гидравлически взаимосвязанных водоносных горизонтов на отдельных участках разделяемых относительными водоупорами.

Предприятия аграрного комплекса оказывают большое влияние на компоненты природной среды, поэтому необходимо уделить внимание экологическим проблемам, связанным с ними.

На санитарное состояние и гидрохимический режим водных объектов оказывает влияние нестабильная и неэффективная работа очистных сооружений. Значительный вклад в загрязнение водоёмов вносят промышленные предприятия, бесконтрольно сбрасывают свои стоки как недостаточно очищенные на локальных очистных сооружениях, так вообще без очистки. Важным источником загрязнения водных объектов в районе являются ливневые и коллекторно-дренажные воды с полей [5].

Почвенный покров территории районов неоднороден и обладает разной устойчивостью к воздействию деградационных процессов. Среди деградационных процессов, распространёнными являются водная и ветровая эрозия, дегумификация, загрязнение химическими токсикантами. Все эти процессы приводят к снижению плодородия почв, ухудшению качества продукции растениеводства и, как следствие, отрицательно влияют на качество жизни населения. Основными источниками загрязнения почвы являются тяжёлые металлы, которые попадают на поля вместе с ядохимикатами, удобрениями и сточными водами.

Несомненно, загрязнение проникает в почву, тем самым накапливаясь в растениях и проникая в подземные воды. Ведущими загрязняющими компонентами в почвенном покрове являются двуокись серы и окислы азота, попадающие в почву через атмосферные осадки, а так же от транспорта – тяжёлые металлы.

Подземные воды в основном загрязняются стоками животноводческих комплексов вследствие фильтрации из навозохранилищ, а так же в результате внедрения в почву навозной смеси. Канализационные воды предприятий по переработке сырья животного происхождения содержат кровь, частицы мяса, жира и различную микрофлору, в том числе возбудители инфекционных болезней. Это может вызвать экологические проблемы, так как грунтовые воды сообщаются с поверхностными и снабжают водой колодцы и водозаборы. Во многих сельских населённых пунктах развивается загрязнение грунтовых вод, вызванное бытовыми отходами.

Вместе с патогенными бактериями в навозе могут присутствовать химические загрязняющие элементы, которые представляют опасность для окружающей среды. Ведущими загрязняющими компонентами подземных вод являются нитраты, нитриты, метан, аммиак и др.

В атмосферном воздухе чаще всего определяют химические вещества и элементы, такие как аммиак, сероводород, ртуть, медь, свинец и другие.

Так как в Воронежской области активно строятся новые и модернизируются существующие объекты агропромышленного комплекса, при этом под строительство используются территории, характеризующиеся благоприятными эколого-геологическими условиями, то в результате деятельности новых предприятий возможно загрязнение компонентов окружающей среды. Для предотвращения подобного негативного воздействия

необходима научно-обоснованная оценка трансформации компонентов природной среды, которая позволит сформировать эффективную систему экологического менеджмента на исследуемых участках Бобровского и Павловского районов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Департамент экономического развития Воронежской области ОГБУ «Агентство по инвестициям и стратегическим проектам» Инвестиционный паспорт Павловского муниципального района ; Воронеж, 2018. – 7 с.
2. Технический отчёт по результатам инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации «Молочный комплекс на 1500 фуражных коров с молодняком КРС вблизи с. Бабка, Павловского района, Воронежской области» [Текст] : произв. дир. С.А. Ягодкин : зак. ООО Агрофирма «Нива Придонья» ; Воронеж, 2017. – 5 с.
3. Первушов Е.М. Архангельский М.С. «Региональная геология» [Текст] : учебно-методическое пособие; Саратов. гос. ун-т. Изд. Научная книга : Саратов, 2002. – 128 с.
4. Корыстин М.А. Материалы по обоснованию схемы территориального планирования «Перечень основных факторов риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» : Экспертная компания «Аудит – ЧС» ; Воронеж, 2010. – 8 с.
5. Технический отчёт по результатам инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации «Завод по переработке сырья животного происхождения и производства кормовой муки и животных жиров» [Текст] : произв. дир. С.А. Ягодкин : зак. ООО «Русские протеины Воронеж» ; Воронеж, 2018. – 6 с.

УДК 581.92 (330.15)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗЕРВОВ АБОРИГЕННОЙ ФЛОРЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Тишков А.А., ¹Белоновская Е.А., ¹Царевская Н.Г., ¹Титова С.В., ²Чендев Ю.Г.

¹Институт географии РАН, Москва, Россия

²Белгородский национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

e-mail: tishkov@igras.ru

Аннотация: Рассматриваются проблемы использования резервов аборигенной флоры для самовосстановления степной растительности и рекультивации (реставрации) техногенных ландшафтов горнопромышленных районов Белгородской области. За счет длительного хозяйственного освоения их территория фактически потеряла свой природный потенциал самовосстановления. Показано, что выявление дистанционными методами и наземной верификацией более 630 сохранившихся участков степной растительности (39 тыс. га) позволили более оптимистично смотреть на перспективы реабилитации антропогенно нарушенных земель с использованием семенного пула местной флоры. Предложены подходы и методы его мобилизации через создание сети «семенных резерватов» и «семенных питомников» для масштабной реабилитации горнопромышленных районов области.

Ключевые слова: Белгородская область, горнопромышленные районы, флора, степь, техногенные ландшафты, реабилитация, «семенные резерваты»

USING THE POTENTIAL OF LOCAL FLORA TO RESTORE TRANSFORMED LANDS AND DUMPS IN MINING DISTRICTS OF THE BELGOROD REGION

^{1,2}Tishkov A.A., ¹Belonovskaya E.A., ¹Tsarevskaya N.G., ¹Titova S. V., ²Chendev Yu.G.

¹Institute of geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²Belgorod national research University, Belgorod, Russia

E-mail: tishkov@igras.ru

Abstract. The issues of using the potential of local flora for self-restoration of steppe vegetation and biological recultivation (restoration) of technogenically transformed lands of mining districts of the Belgorod region are considered. Due to long-term economic development, the territory has actually lost its natural potential for self-regeneration. It is shown that the identification by remote methods and ground verification of more than 630 preserved areas of steppe vegetation (39 ths. ha) allowed us to look more optimistically at the prospects for rehabilitation of technogenically disturbed territories using a pool of local flora. Approaches and methods of its mobilization (through the creation of a network of "seed reserves" and "seed nurseries" for large-scale rehabilitation of mining areas of the region) are proposed.

Keywords: Belgorod region, mining areas, flora, steppe vegetation, mining transformed lands, rehabilitation, "seed reserves»

Белгородская область—один из крупнейших горнопромышленных и сельскохозяйственных регионов Центральной России, с длительной историей аграрного и промышленного комплексов, исключительно высокими показателями плотности населения, густоты дорог и фрагментации ландшафта и площади техногенных ландшафтов в районе КМА (в пределах области – 80% разведанных запасов железных руд России, Стойленское, Лебединское, Яковлевское, Коробковское, Михайловское и др. месторождения). Здесь добывается 34 % железной руды страны (Дегтярь и др., 2016). По статистике (Государственный доклад, 2019) около 77% аграрные угодья, почти 13% - селитебные и промышленные территории, 8,4% - леса и 0,1% (около 2,5 тыс. га) —охраняемые природные территории федерального значения. Последние представлены заповедником «Белогорье» и его лесными и степными участками. По нашим оценкам до 20-30% территории области перспективны в отношении оперативной реабилитации. Исходно, это были степные и лесостепные земли с исключительно богатой флорой и плодородием почв (в т.ч. типичные, выщелоченные и оподзоленные черноземы) и разнообразием подстилающих пород (меловые отложения, пески, лессовидные суглинки и глины, щебнистые грунты и пр.). При практически полном отсутствии на территории области участков целинных степей хранилищем части их флористического пула (локальной зональной флоры) остаются сохранившиеся, но сильно деградированные, участки степной растительности, на которых представлены разные стадии вторичной сукцессии и дигрессии (пирогенной, пасквальной и пр.). Первичные сукцессии на свежих поверхностях выработанных и действующих карьеров, отвалов и склонов, подверженных эрозии, оказались выражены слабо (Корнилов и др., 2008, 2015). Потенциал местной флоры, учитывая особые геологические, геохимические и гидрологические условия этих трансформированных земель, можно рассматривать только как условно соответствующий, без строгой приуроченности видов сосудистых растений к разным типам экспонируемых новых субстратов горнопромышленных районов области, представленных в т.ч. токсичными и геохимически аномальными субстратами. Их спонтанное зарастание чаще всего происходит за счет адвентивных и заносных видов растений.

Местная флора и ее возможности восстановления степей на техногенных субстратах. Флора области рассматривается нами как пул видов сосудистых растений, способных участвовать в сложении пионерных, длительно-производных и климаксных (представляющих зональную степную растительность) стадий, в нашем случае – и первичных и вторичных, имеющих степной тренд развития, т.е. рекультивация техногенных ландшафтов

путем облесения в большинстве случаев в области мало эффективна. По-видимому, вопрос о месте инвазийной(чужеродной) части флоры в данном случае можно не рассматривать, т.к. из-за длительного хозяйственного освоения часть чужеродных видов растений натурализовались, но не обрела сукцессионный статус. А вот виды, прошедшие все стадии адвентизации и вошедшие в сукцессионную систему Белгородской области, на наш взгляд, могут рассматриваться как перспективные для восстановления техногенных ландшафтов флористические элементы. Часть из них в Белгородской области широко представлены за счет повсеместного распространения сорно-бурьянных и послепожарных пионерных комплексов, блокирующих восстановительную сукцессию.

Исходно растительный покров рассматриваемой территории был преимущественно степной. И сейчас черноземы занимают более 70% площади почвенного покрова, т.е. современные сельскохозяйственные угодья и горнопромышленные территории большинства ГОК сформировались на месте злаково-разнотравных и ковыльно-разнотравных степей. По оценкам местных специалистов флора области включает около 1300 видов, из которых в составе природных степей более 300 видов, в т.ч. 90-95 – свойственных меловым степям (Калчанов, 1995; Еленевский и др., 2004). Для правобережных районов р. Оскол, где сосредоточены значительные площади техногенных ландшафтов, выявлено 1047 видов, из которых по мнению автора, почти 300 видов (в основном степных и меловых) нуждаются в охране (Чаадаева, 2000). На лугах, в т.ч. остепненных, отмечено 232 вида. Остальная часть флоры представлена видами, произрастающими в лесах, зарослях кустарников, на болотах и в водоемах, а также в поселениях и на пустырях (около 200). Они также могут участвовать в восстановлении растительности нарушенных земель, но не в сложении заключительных стадий сукцессии. В.К. Тохтарь (2010) отмечает, что фактически основная часть местной флоры области сосредоточена в условиях т.н. «техногенных экотопов», «техногенных пустошей» и бэдлендов с высоким уровнем загрязнения и механических нарушений.

Природные резерваты степной флоры федерального уровня занимают в области менее 2,0 тыс. га, а в региональных заказниках и памятниках природы фрагменты луговых, настоящих и меловых степей занимают только по 10-50 га (исключение составляют степи у с. Ковалевов Алексеевском районе – 348 га). Суммарно они не могут рассматриваться как основной источник семенного и посадочного материала для масштабной реабилитации трансформированных горнопромышленных земель. На каждом из таких участков представлено лишь 100-200 видов степных и луговых растений. Для сравнения – флористическое разнообразие степных «островов» заповедника «Белогорье», имеющих площадь только несколько сот га, составляет до 500-700 видов.

Выявление участков сохранившейся степной растительности и их возможная роль в реабилитации техногенных ландшафтов. В процессе многолетних дистанционных исследований Института географии РАН и последующей наземной верификации в Белгородской области выявлено более 630 участков с сохранившейся и восстанавливаемой степной растительностью (суммарно около 39 тыс. га). Они исключительно мелкоконтурные и фрагментированные, расположены в основном на эродированных склонах балок и логов. Многие из них находятся под угрозой дальнейшей деградации, особенно участки меловых степей, которые вовлечены директивно в лесопосадки (Титова и др., 2014). Полное описание результаты картографирования и описания этих участков, а также оценка их вклада в формирования экологического каркаса области представлены в нашей статье (Tishkova.o., 2020).

Регенерационный потенциал современной степной флоры Белгородской области. Территория области имеет практически полностью трансформированный растительный покров и высокий уровень современной антропогенной нагрузки на экосистемы (Некрич, 2006). Растительность некоторых из них в процессе антропогенеза (особенно, при длительном сельскохозяйственном использовании степей и в результате их горнопромышленного освоения) потеряли способность к самовосстановлению, т.е. утратили компоненты (виды, сообщества), обеспечивающие естественный ход восстановления. Нет уверенности и в

сохранности всего пула видов растений, формирующих полноценные стадии сукцессий. Также можно заключить, что на отдельных территориях наблюдается «диаспорический голод» – дефицит семян растений для формирования растительного покрова, близкого по составу флоры к естественному, зональному. Такие территории, как правило, удалены от участков с природными степями, и представляют собой крупные фрагменты хозяйственно освоенных земель, приоритетно требующих восстановления – брошенные карьеры, отвалы, сильно эродированные склоны и долины, сезонно лишенные водотоков и пр. Естественный занос семян степных растений сюда для самовосстановления фактически исключен.

Кстати, и грунтовый запас семян в неиспользуемых постагрогенных почвах и на экспонированных землях карьеров по добыче железных руд, песка, суглинка и меломергельной породы, состоит преимущественно из семян сорно-бурьянного комплекса, в т.ч. адвентивных и инвазийных видов растений. А это не позволяет сформировать из них полноценные пионерные и длительно-производные стадии восстановления или, если речь идет о первичном субстрате, пионерные группировки растительности, которые дадут старт почвообразованию по степному тренду.

В этих условиях, когда степная растительность фактически утратила потенциал самовосстановления, важно разработать новые подходы и методы (технологии) «стимулирования» восстановительной сукцессии на основе использования резервов аборигенной флоры. Нужны и новые технологии экологической реставрации растительности техногенных ландшафтов с использованием известных закономерностей антропогенной динамики и осмысления особенностей функционирования редуцированной региональной сукцессионной системы. Это важно для реабилитации территорий горнопромышленных районов Белгородской области, имеющих мозаику из аграрных, горнорудных, селитебных и мелкоконтурных фрагментированных участков условно-коренных степей. Здесь постоянно выявляется острый дефицит семенного материала от сохранившихся степных массивов с зональной растительностью и флорой.

Заключение. Перспективы использования резервов аборигенной флоры для восстановления техногенных ландшафтов горнопромышленных территорий Белгородской области очевидны. К сожалению, в настоящее время возможности для самовосстановления растительности на таких участках (особенно южнее Белгорода, где «степных островков» сравнительно мало), ограничены. Их будущее здесь связано с процессами принудительной экологической реставрации, стимулирования восстановительных сукцессий с использованием потенциала местной флоры. Выявленные участки сохранившихся степей должны, на наш взгляд, получить природоохранный статус, например – «семенных резерватов», выполняющих функцию продуцирования и распространения семян местных степных растений. Но вероятность того, что они смогут полностью компенсировать «диаспорический голод» на крупных техногенных участках, лишенных естественной растительности, крайне мала. Расстояния между самими потенциальными «семенными резерватами» велико – до нескольких десятков километров, а каждый по отдельности имеет редуцированный состав степной флоры, находятся на склонах или в нижней части балки, что затрудняет использование главных для степных растений механизмов распространения семян – анемохории (с помощью ветра) и баллистохории (за счет разбрасывания семян по сторонам). Совокупно эти механизмы у степной флоры составляют около 70% (в первом ярусе травостоя – только около 30%). Зоохория (распространение семян с помощью животных), как показывают наши наблюдения, не может рассматриваться как ведущий фактор естественного распространения семян с природных участков на трансформированные земли горнопромышленных районов Белгородской области. Поэтому, стратегически здесь необходимо использование потенциала степной флоры на выявленных нами сохранившихся участках зональных степей. В процессе летнего сенокоса с одного гектара «семенного резервата» по нашим оценкам для аналогичных районов Сумской области (Тишков, 1993) можно получать до 1-2-х ц качественной «сено-семенной смеси», в которой представлены семена десятков видов степных злаков и разнотравья. Так что, если использовать методы экологической реставрации –

стимулирования восстановления степной растительности, разработанные ранее (Тишков, Данилов, 1998; Тишков, 2000; Дзыбов, 2001 и др.), то имеющиеся регенерационные резервы аборигенной флоры достаточны для запуска восстановительных процессов на 150 тыс. га (около 5% площади области). Один га целинной степи региона дает семена для реставрации около 5 га нарушенных земель. Но и при таком раскладе, для проведения масштабной рекультивации техногенных ландшафтов Белгородской области в рамках Национального проекта «Экология» (2020-2024) будут нужны и специальные «семенные питомники» и особые меры охраны растительности, обеспечивающие распространение степных растений на трансформированные земли и отвалы ГОК.

Благодарности. Работа выполнена в рамках гранта РФФИ/РГО № 17-05-41204 (в части выявления и изучения сохранившихся участков степной растительности Белгородской области) и темы государственного задания № 0148-2019-0007.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Белгородской области в 2018 году. Белгород: Правительство Белгородской области, 2019. 235 с.
2. Дегтярь А.В., Григорьева О.И., Татаринцев Р.Ю. Экология Белогорья в цифрах. Изд-во «Константа», 2016. 126 с.
3. Дзыбов Д.С. Метод агростепей. Ускоренное восстановление природной растительности: (метод. пособие). Саратов, 2001. 50 с.
4. Еленевский А.Г., Корчагина В.И., Чадаева Н.Н. Растения Белгородской области (конспект флоры). М: МРГУ, 2004. 120 с.
5. Колчанов А.Ф. Флора Белгородской области и ее анализ / Флористические исследования в Центральной России: Мат-лы науч. конф. "Флора Центральной России", Липецк, 1-3 февр. 1995 г.). М., 1995. С. 123-124.
6. Корнилов А. Г., Петин А. Н., Кичигин Е. В. и др. Современные изменения природных комплексов в Старооскольско-Губкинском промышленном районе Белгородской области // Изв. РАН. Сер.геогр. 2008. № 2. С 85–92.
7. Корнилов А.Г., Кичигин Е.В., Калмыков С.Н., Новых Л.Л., Дроздова Е.А., Петин А.Н., Присный А.В., Лазарев А.В., Колчанов А.Ф. Экологическая ситуация в районах размещения горнодобывающих предприятий региона Курской магнитной аномалии. Белгород: изд. дом «Белгород, НИУ «БелГУ», 2015. 157 с.
8. Некрич А.С. Нарушения природной среды в местах разработки железорудных месторождений в Белгородской области // Изв. РАН. Сер.геогр. 2006. - №6. С. 81-88
9. Титова С.В., Кобяков К.Н., Золотухин Н.И., Полуянов А.В. Белогорье без белых гор. Угрозы степным экосистемам в Белгородской области / Под ред. проф. А.А. Тишкова. М., 2014. 40 с.
10. Тишков А.А. Экологическая реставрация лугово-степной растительности Михайловской целины (Сумская область, Украина) // Степи Евразии: проблемы сохранения и восстановления. М.; СПб, ИГ РАН, БИН РАН. 1993. С.88-96.
11. Тишков А.А., Данилов В.И. Реставрация степей Куликова поля (некоторые итоги) // Степной бюллетень. 1998. № 1 весна. С. 18-20.
12. Тишков А.А. Экологическая реставрация нарушенных степных экосистем // Вопросы степеведения. Оренбург, 2000. С. 47-62.
13. Тохтарь В.К. Этапы формирования флоры техногенных экотопов в степной зоне сопредельных районов России и Украины // Науч. ведомости. Сер.: Естеств. науки. 2010. №9 (80). Вып. 11. С. 11-17.
14. Чадаева Н.Н. Флора Белгородской области (к западу от реки Оскол) / Автореф. дисс. Канд. биол. наук. Орел: Орловский гос. ун-т, 2000. 24 с.

15. Tishkov A.A., Belonovskaya E.A., Zolotukhin N.A., Titova S.V., Tsarevskaya N.G., Chendev Yu G. Preserved Sections of Steppes as the Basis for the Future Ecological Framework of Belgorod Oblast // *Arid Ecosystems*/ 2020. Vol. 10. Pp. 36-43.

УДК 550

О РОЛИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА СОКОЛЬСКО-СИТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ

*Ткаченко Н.Н., Бударина В.А.**

*Региональное отделение Общероссийской общественной организации по охране и защите природных ресурсов «Российское экологическое общество» по Липецкой области
Воронежский государственный университет**

Аннотация: Рассмотрены проблемы современного состояния подземных вод территории Липецкого промрайона. Обозначена особенность городской агломерации, связанная с размещением в ее пределах горнодобывающего предприятия. Основным загрязняющим компонентом подземных вод являются соединения азота, источниками которого являются предприятия аграрного комплекса. Наличие природных геохимических барьеров в районе эксплуатации Сокольско-Ситовского месторождения известняков имеет положительное значение для обеспечения их качества.

Ключевые слова: подземные воды, источники, загрязнение, геохимический барьер, месторождение, известняки.

ON THE ROLE OF GEOCHEMICAL BARRIERS IN THE FORMATION OF GROUNDWATER QUALITY IN THE SOKOLSKO-SITOVSKY LIMESTONE DEPOSIT

Tkachenko N.N., Budarina V.A.

*Regional branch of the Russian Public Organization for the Protection and Protection of Natural Resources "Russian Environmental Society" in Lipetsk Region
Voronezh State University*

Annotation: considered the problems of the modern state of groundwater in the Lipetsk industrial area. The feature of the urban agglomeration associated with the placement of a mining enterprise within its limits is indicated. The main polluting component of groundwater is nitrogen compounds, the sources of which are the enterprises of the agricultural complex. The presence of natural geochemical barriers in the area of operation of the Sokol-Sitov limestone deposit is of positive importance for ensuring their quality.

Keywords: groundwater, sources, pollution, geochemical barrier, deposit, limestone.

Достаточно низкая степень естественной защищенности задонско-елецкого водоносного горизонта, особенно в долинах логов, являющихся зонами повышенного инфильтрационного питания и высокая степень техногенной нагрузки в пределах Липецкого промрайона, определяет большое количество антропогенных объектов, в той или иной степени влияющих на качество подземных вод.

Основные водозаборные узлы г. Липецка располагаются в пределах городской черты и подвержены влиянию промышленно-селитебной агломерации правобережья Липецкого промрайона. В зону ЗСО 2го пояса городских водозаборов попадают так же крупные агропромышленные и горнодобывающие предприятия. Начиная с 1977 г., когда было обнаружено прогрессирующее нитратное загрязнение на водозаборе №1, множественными

комиссиями различной ведомственной принадлежности, проводились обследования очагов загрязнения и разрабатывались мероприятия по их ликвидации. Реализация мероприятий позволила в какой-то степени стабилизировать ситуацию в пределах городской черты. Следует отметить, что благодаря реконструкции старых и введению в строй новых канализационных сетей и ливневых стоков уменьшено влияние от этого источника загрязнения по Каменному и Моховому логам.

Но, несмотря на это, на городских водозаборах продолжается увеличение концентрации нитратов в подземных водах.

Загрязняющие вещества, в данном случае – соединения группы азота, поступают в подземные воды из различных хозяйственных объектов (первичные антропогенные очаги загрязнения), а также из природных сред, загрязненных в результате хозяйственной деятельности человека (вторичные очаги загрязнения).

По конфигурации в пространстве источники загрязнения можно разделить на локальные (точечные), площадные и линейные. Отдельную группу потенциальных очагов загрязнения представляют участки, с существенно нарушенной и редуцированной мощностью пород зоны аэрации, в местах проведения горных работ (карьеры и шахтные поля).

В качестве примера одного из таких источников рассмотрим Ситовский карьер известняков, который относится к потенциальным очагам загрязнения.

Данный карьер располагается в северо-западной части г.Липецка в 900 м от жилой застройки прилегающих сел Ситовка и Воскресеновка. Ситовский карьер расположен на площади Сокольско–Ситовского месторождения известняков и отрабатывается горно-рудной компанией ОАО «СТАГДОК».

Геологический разрез данной территории представлен породами двух структурных этажей. К первому относятся породы кристаллического фундамента, залегающие на глубине 250-780 м. Ко второму относятся породы чехла, представленные девонскими, юрскими, меловыми, неогеновыми и четвертичными отложениями. Средняя мощность полезной толщи, представленной елецким и лебедянским горизонтами верхнего девона, составляет 23,8 м. Гидрогеологические условия месторождения обусловлены близостью к реке Воронеж. Основными водоносными горизонтами на площади месторождения является горизонт елецких известняков.

Эколого-геохимические исследования почвенных отложений позволили выявить следующие загрязняющие элементы: свинец, бор, медь, кобальт, хром. Значения количества хрома превышают ОДК. Поступление данных загрязнителей в компоненты геологической среды имеет техногенную природу.

Оценка эколого-геохимического состояния грунтов зоны аэрации, выявила как допустимую оценку состояния среды, так и умеренно-опасную степень загрязнения.

Во вскрышных породах Ситовского карьера выделяются три геохимических барьера, в которых отмечены загрязнители как техногенного происхождения (свинец, бор, кобальт, медь), так и природного (мышьяк, беррилий, цинк, вольфрам). Максимальное проявление указанных загрязнителей отмечается в поверхностной части и в почвенно-растительном слое глубиной до 0,7 м. Главными загрязнителями в данном случае являются свинец, бор, кобальт, медь, так как почвенный слой способен накапливать вредные загрязняющие элементы за счет образования органоминеральных комплексов. В качестве источника загрязнения здесь выступает поверхностный техногенный привнос. Ко второму геохимическому барьеру относятся ожелезненные глинистые пески, залегающие на глубине 3,8м. Способность данных песков сорбировать вредные вещества связана с ожелезненностью этих песков. Одновременно эти же пески являются природным источником поступления таких элементов, как цинк и вольфрам, достигающих здесь своих максимальных значений концентраций. К третьему геохимическому барьеру относится рудоносный горизонт на глубинах 15-16м. Здесь происходит большое количество окислительно-восстановительных, кислотно-щелочных, глеевых процессов. Следовательно, рудоносный горизонт можно рассматривать, как специфический геохимический барьер с мощными сорбционными свойствами и как природный источник

загрязняющих элементов. В качестве результата сорбционного процесса можно зафиксировать накопление токсичных элементов, как мышьяк, молибден, медь, ванадий, кобальт.

Максимальные значения меди и кобальта в первом и третьем геохимических барьерах достигаются вблизи поверхности с постепенным их уменьшением с глубиной, оставаясь при этом выше уровня естественного фона, что может быть отнесено к преимущественно техногенной природе их привноса. Аномальные проявления мышьякового загрязнения обусловлены приуроченностью к рудоносному горизонту, являющемуся мощным источником привноса концентрированных элементов. Содержание цинка (3,75 мг/кг) и вольфрама (до 4 мг/кг) на глубине 3,8 м позволяет оценивать рассматриваемый участок в качестве слабо загрязненного. Такое содержание цинка и вольфрама обуславливается ожелезненностью глинистых песков, продуцирующих загрязнители за счет естественных процессов среды.

Проведенная доразведка Ситовского месторождения показала при исследованиях почвенного покрова участка отсутствия загрязнения нефтепродуктами и нормальные значения радиоактивного фона. Основное же загрязнение происходит за счет тяжелых металлов, из-за чего почвы имеют как умеренно-опасную оценку состояния среды, так и допустимую. Основными загрязнителями почвенного покрова являются свинец, бор, кобальт, медь и хром, имеющие техногенное происхождение. В составе известковой пыли при добычных работах данные элементы накапливаются на поверхности.

Ряд загрязняющих элементов с поверхности попадают в нижележащие горизонты. Следует отметить, что высокие показатели концентраций свинца и хрома в почвенных отложениях, скорее всего, связаны с выбросами работающего на месторождении автотранспорта и пылью от железной дороги, возникающей при транспортировке добытого сырья. Существенный вклад в загрязнение территории вносят буровзрывные работы.

В результате всего выше описанного, можно заключить, что одним из основных факторов, влияющих на возможные загрязнение подземных вод в данном районе, является нарушение целостности трех геохимических барьеров, расположенных на глубинах 0,7 м, 3,8 м и 15-16 м. Указанное нарушение целостности этих барьеров связано с процессом добычи известняков на площади Сокольско-Ситовского месторождения и Ситовского карьера, в частности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых (ОДК) химических веществ в почве ГН 6229-91.
2. Косинова И.И. Оценка степени преобразования отдельных элементов эколого-геологической системы в районе разработки Ситовского карьера Сокольско-Ситовского месторождения известняков. – Воронеж: Издательство ВГУ, 2010 г.
3. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров Липецкой области. - Воронеж: Издательство ВГУ, 1983 г.

УДК 622.276.8(05)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Фонова О.Г., Базарский О.В., Долбилова С.В.,

fonova.ok@yandex.ru, svetlana.dolbilova2012@yandex.ru

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация: рассмотрены этапы жизненного цикла хранения нефтепродуктов от углеводородного сырья до ликвидации загрязнения окружающей среды. Выявлены экологические аспекты транспортировки, хранения, утилизации нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, хранение, жизненный цикл, экологические аспекты.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF OIL STORAGE

*Fonova O.G., Bazarsky O.V., Dolbilova S.V.,
fonova.ok@yandex.ru*

Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

Abstract: The life cycle of the formation, processing and storage of petroleum products from hydrocarbons to the elimination of pollution has been considered.

Keywords: oil, petroleum products, storage, life cycle, environmental aspects.

Введение

В настоящее время все больше уделяется внимание загрязнению окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Основными источниками загрязнения являются нефтеперерабатывающие комплексы, нефтехранилища, транспорт, автозаправочные станции и т.п. Объекты хранения нефтепродуктов представляют собой крупные сложные комплексы, которые нередко приурочены к крупным населенным пунктам. Такое расположение формирует экологические риски, которые связаны в основном с разливами нефтепродуктов. Загрязнение приповерхностных отложений, инфильтрация в водоносные горизонты формирует опасность для жизни и здоровья населения.

Весь жизненный цикл нефтепродуктов можно разделить на следующие этапы (рис.1):

1. Природное углеводородное сырье;
2. Переработка нефти;
3. Получение нефтепродуктов;
4. Транспортировка;
5. Хранение нефтепродуктов;
6. Утилизация (ликвидация).

Рассмотрим каждый этап более подробно.

Углеводородное сырье. Нефть представляет собой комплекс из около 1000 индивидуальных веществ[4]. Большую часть представляют жидкие углеводороды (80-90%) и гетероатомные органические соединения (4-5%), преимущественно сернистые, азотистые и кислородные, а также металлоорганические соединения (в основном ванадиевые и никелевые). Оставшаяся часть представлена растворенными углеводородными газами (C1-C4, от 0,1-4%), вода (до 10%), минеральные соли (в основном хлориды), механические примеси (частицы глины, песка, известняка).

Углеводороды в основном представлены парафинами и нафтенами, в меньшей степени соединениями ароматического ряда и смешенного или гибридного строения (парафино-нафтеновые, нафтенно-ароматические и др.).

Гетероатомные соединения содержат серосодержащие вещества, меркаптаны, моно- и дисульфаты, тиофены и тиофаны, а также полициклические веществ (70-90% концентрируются в остаточных продуктах – мазуте и гудроне) и др.

Азотсодержащие соединения – преимущественно гомологи пиридина, хинолина, индола, карбазола, пиррола, порфирины (в основном концентрируются в тяжелых фракциях и остатках).

Кислородосодержащие соединения – нафтеновые компоненты, фенолы, смолисто-асфaltenовые вещества и др. (обычно накапливаются в высококипящих фракциях).

По содержанию элементов нефть состоит из углерода (82-87%), водорода (11-14,5%), серы (0,01-6%, редко до 8%), азота (0,001-1,8%), кислорода (0,005-0,35%, редко до 1,2%) ванадия (10^{-5} - $10^{-2}\%$), никеля (10^{-4} - $10^{-3}\%$), хлора и др. Всего в нефти обнаружено около 50 элементов. Содержание перечисленных соединений и примесей в сырье разных

месторождений колеблется в широких пределах, поэтому представленный химический состав сильно усреднен.

Переработка нефти состоит из нескольких этапов. Сначала происходит подготовка к первичной переработке, затем наступает этап первичной обработки, в результате которой получают продукты перегонки нефти, следующий этап – вторичная переработка нефти (продукт перегонки нефти улучшает свои качества), и наконец, очистка полученных нефтепродуктов.

Подготовка к первичной перегонке происходит путем отстаивания сырья на холоде в герметичных резервуарах (удаляется большое количество воды и механических примесей), затем с помощью специальных электрообессоливающих установок нефть обессоливают и обезвоживают.

Затем происходит первичная переработка нефти с разделением очищенной нефти на фракции путем испарения сырья. Основными продуктами первичной переработки нефти являются газ(бутан, пропан), бензиновые фракции, керосиновый дистиллят, дизельное топливо, смазочные масла и мазут.

При вторичной переработке нефти происходит изменение природы содержания в продукте углеводородов различными методами. Основными методами являются термический крекинг, каталитический крекинг, гидрокрекинг (гидроочистка), риформинг, коксование, деасфальтизация и экстракция, изомеризация и алкинирование.

При переработке нефти получают различные нефтепродукты путем изменения физико-химических параметров углеводородов. Специфика физико-химических характеристик нефтепродуктов представлена на примерах авиационного бензина, реактивного топлива марки ТС-1 и автомобильного бензина марки А-76 (Таблица 1-3)[1-3].

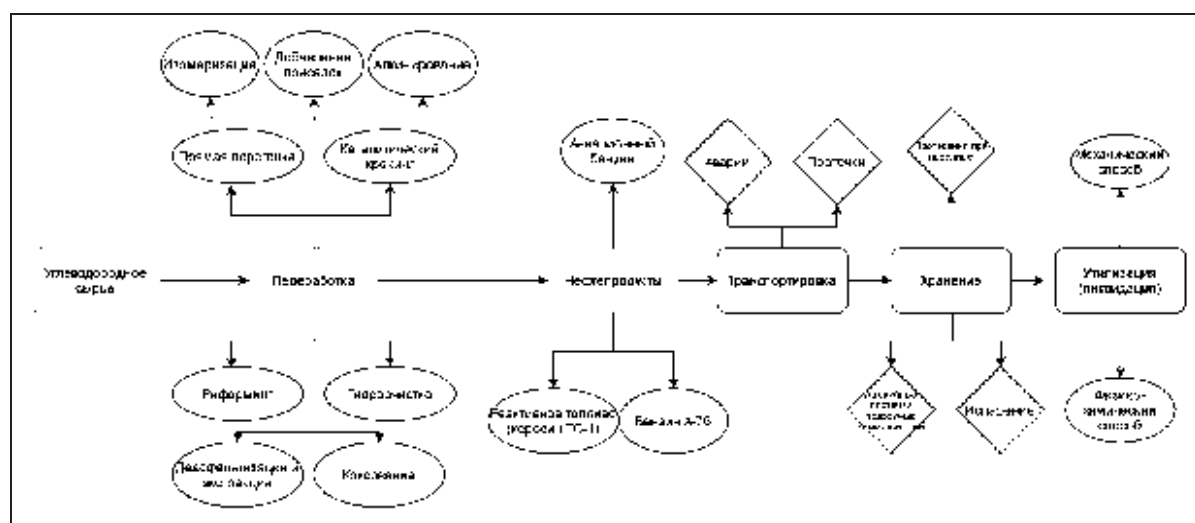


Рис.1–Жизненный цикл нефтепродуктов

Таблица 1–Физико-химические характеристики авиационного бензина

Наименование показателя	Норма для марки	
	Б 95/130	Б 91/115
1. Содержание тетраэтилсвинца в г на 1 кг бензина, не более	3,1	2,5
2. Детонационная стойкость:		
октановое число по моторному методу, не менее	95	01
сортность на богатой смеси, не менее	130	115
3. Фракционный состав:		
температура начала перегонки, °С, не ниже	40	
10 % перегоняется при температуре, °С, не выше	82	
50 % перегоняется при температуре, °С, не выше	105	
90 % перегоняется при температуре, °С, не выше	145	
97,5 % перегоняется при температуре, °С, не выше	180	
остаток, %, не более	1,5	
4. Давление насыщенных паров, Па (мм рт. ст.) не менее	33325	29326
	(250)	(220)
не более	45422	47988
	(340)	(360)
5. Кислотность в мг/КОН на 100 см ³ бензина, не более	0,3	
6. Температура начала кристаллизации, °С, не выше	-60	
7. Йодное число в г йода на 100 г бензина, не более	6,0	2 , 0
8. Массовая доля ароматических углеводородов, %, не более	35	
9. Массовая концентрация фактических смол в мг на 100 см ³ бензина, не более	4	3
10. Массовая доля серы, %, не более	0,03	
11. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие	
12. Содержание механических примесей и воды	Отсутствие	
13. Прозрачность	Прозрачный	
14. Цвет	Желтый	Зеленый
15. Массовая доля параоксидифениламина, %	0,002-0,005	
16. Период стабильности, ч. не менее	12	

Таблица 2—Физико-химические характеристики реактивного топлива марки ТС-1

Наименование показателей	Норма для керосина ТС-1
1. Плотность керосина ТС-1 при 20 °С, г/куб.см., не менее	780
2. Фракционный состав ТС-1: - Температура начала перегонки керосина, °С, не выше - 10% перегоняется при температуре, °С, не выше - 50% перегоняется при температуре, °С, не выше - 90% перегоняется при температуре, °С, не выше - 98% перегоняется при температуре, °С, не выше	150 165 195 230 250
3. Кинематическая вязкость керосина ТС-1 мм ² /с: - при 20 °С, не менее - при 40 °С, не более	1,25 8
4. Кислотность, мг КОН/100 куб.см., не более	0,7
5. Иодное число, г.йода на 100г ТС-1, не более	2,5
6. Температура начала кристаллизации, °С, не выше	минус 50
7. Термоокислительная стабильность в статических условиях при 150°С, мг на 100 куб.см. ТС-1, не более	18
8. Массовая доля ароматических углеводородов, %, не более	22
9. Концентрация фактических смол, мг на 100 куб.см. ТС-1, не более	3
10. Массовая доля общей серы, %, не более	0,2
11. Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,003
12. Массовая доля сероводорода	Отсутствует
13. Зольность, %, не более	0,003
14. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствуют
15. Содержание механических примесей и воды	Отсутствуют

Таблица 3—Физико-химические характеристики автомобильного бензина марки А-76

Наименование показателя	Значение для марки	
	А-76	
	неэтилированный	этилированный
1. Детонационная стойкость: октановое число, не менее; по моторному методу	76	76
2. Массовая концентрация свинца, г, на 1 дм ³ бензина, не более	0,013	0,17
3. Фракционный состав: температура начала перегонки бензина, °С, не ниже:		
летнего	35	35
зимнего	Не нормируется	
10 % бензина перегоняется при температуре, °С, не		

Наименование показателя	Значение для марки	
	А-76	
	неэтилированный	этилированный
выше:		
летнего	70	70
зимнего	55	55
50 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:		
летнего	115	115
зимнего	100	100
90 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:		
летнего	180	180
зимнего	160	160
конец кипения бензина, °С, не выше:		
летнего	195	195
зимнего	185	185
остаток в колбе, %, не более	1,5	1,5
остаток и потери, %, не более	4,0	4,0
4. Кислотность, мг КОН на 100 см ³ бензина, не более	1,0	3,0
5. Концентрация фактических смол в мг на 100 см ³ бензина, не более:		
на месте производства	5,0	
на месте потребления	10,0	
6. Массовая доля серы, %, не более	0,10	0,10
7. Испытание на медной пластине	Выдерживает	
8. Водорастворимые кислоты и щелочи	Отсутствует	
9. Механические примеси и вода	Отсутствует	
10. Цвет	Желтый	

Транспортирование до нефтебазы и по ее территории происходит двумя основными способами: автомобильным и железнодорожным транспортом. Доставка автомобильным транспортом производится путем автомобильных цистерн. Основным типом вагонов при перевозке нефтепродуктов железнодорожным транспортом являются железнодорожные цистерны. При транспортировке могут произойти утечки нефтепродуктов при переливе из цистерн в резервуары и обратно, также возможно возникновение аварий при движении.

Хранение топлива на нефтебазе осуществляется в стальных наземных резервуарах и подземных траншеях и казематах.

На территории предусмотрены коммуникации для сбора и концентрации нефтепродуктов в случае возможных утечек, а также для локализации поверхностного стока. Представлены они испарительным бассейном и промышленной канализацией в металлических трубах. Стоки, прежде чем попасть в бассейн, проходят очистку фильтрами. Дно и борта бассейна гидроизолированы. Основными источникам попадания нефтепродуктов в окружающую среду служат резервуарные системы, а также нефтеналивные эстакады.

В случае разливов нефтепродуктов в результате утечек или аварий существует несколько способов локализации загрязнения. На практике в основном применяют механические и физико-химические способы устранения загрязнения[5](рис.2).

Рассмотрев жизненный цикл нефтепродуктов можно выявить следующие экологические аспекты, возникающие при их хранении:

1. При транспортировке нефтепродуктов загрязнение природной среды происходит за счет утечек нефтепродуктов при переливании или в случае аварий. Основными, подвергающимися негативному воздействию сферами, являются атмосферный воздух и

приповерхностные отложения, в зависимости от масштаба аварий и фракций нефтепродуктов также могут страдать грунты и подземные воды.

2. При переливе сырья могут происходить утечки и разливы, которые частично или полностью попадают в зону аэрации, испаряясь, загрязняют воздух. Хранение нефтепродуктов в резервуарах также несет опасность для окружающей среды, т.к. может происходить испарение легких фракций нефтепродуктов (керосин, авиационный бензин) с поверхности резервуаров при неплотной герметичности. Также есть вероятность просачивания нефтепродуктов в грунты в связи с аварийными ситуациями подземных коммуникаций.

Легкие фракции (газ (бутан, пропан); бензиновые фракции; керосиновый дистиллят) попадая в природную среду (с учетом климатических особенностей) свободно может переходить в газообразный вид, тем самым загрязняет атмосферный воздух.

Средние фракции (дизельное топливо или газойль) остаются в зоне аэрации. Это приводит к окислению почвенного покрова и гибели большинства микроорганизмов, т.к. происходит замедление доступа кислорода и, следовательно, замедление жизнедеятельности организмов.

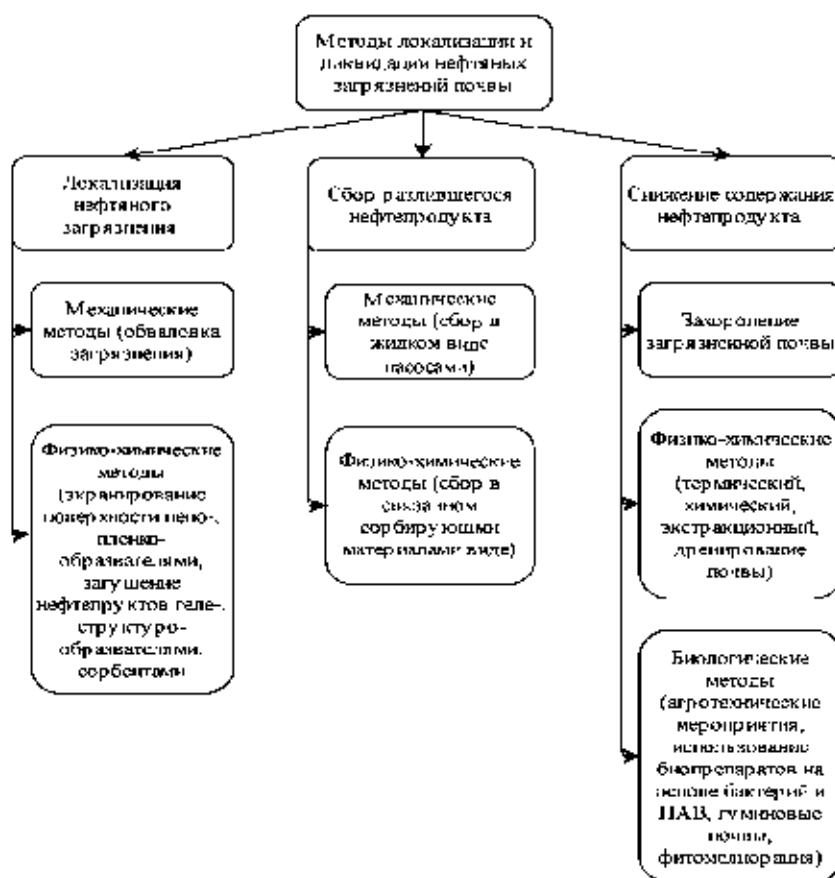


Рис.2 Методы локализации и ликвидации нефтяных загрязнений поверхностных отложений.

Тяжелые фракции (смазочные масла) проникают в грунты и могут достигать грунтовых вод. Часть нефтепродуктов может растворяться в воде, что несет большую опасность для здоровья людей и биоты в целом. Некоторые исследования показывают, что образовавшиеся линзы нефтепродуктов находятся в состоянии равновесия в грунтах и на поверхности подземных вод.

3. Ликвидация загрязнения также имеет некоторые негативные последствия. Если поверхностный слой приходится снимать, то нужно специально оборудованное место его захоронения. При очистке химическими методами во время внесения определенных реактивов есть вероятность нанесения дополнительного вреда окружающей среде. Сорбируемые вещества также требуют утилизации. После сжигания нефтепродуктов, находящихся в

приповерхностных слоях почвы, стоит задача ее утилизации. Ввиду того, что при сжигании образуются продукты неполного сгорания нефтепродуктов возможно попадание в атмосферный воздух таких веществ, как CO₂, SO₂, NO, NO₂ и бензапирена.

Метод биоремедиации до конца не изучен. В результате его использования при высоком содержании нефтепродуктов есть вероятность мутации микроорганизмов. Следовательно, подход к очищению поверхностных отложений и грунтов должен быть комплексным с учетом всех факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 1012-72 Бензины авиационные. Технические условия
2. ГОСТ 10227-86 Топлива для реактивных двигателей. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5, 6)
3. ГОСТ 2084-77 БЕНЗИНЫ АВТОМОБИЛЬНЫЕ. Технические условия
4. Химический состав нефти [Электронный ресурс]. – URL: <http://proofoil.ru/Oilchemistry/chemicalconstituents2.html>
5. Экология. Военная экология: учебник для высших учебных заведений Министерства обороны РФ / под общей редакцией В.И. Исакова – Изд. 2, перераб. и доп. / В. А. Антонов, А. И. Ажгиревич, Ю. С. Бадтиев и др. — ИД Камертон – Маджента Москва, Смоленск, 2006. — 724 с.

УДК 574.9

ПРОМЗОНА МИХАЙЛОВСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ РЕФУГИУМ ДЛЯ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Чернышев А.А., Казаков С.Г.

ach3rn@yandex.ru, kazaks@rambler.ru

Курский государственный университет, Курск, Россия

Аннотация. Развитие горнодобывающей отрасли в Европейской лесостепи по технологиям 50-60-х годов двадцатого века приводило к трансформированию ландшафтных компонентов, что при совпадении ряда факторов обогащало орнитофауну региона. Но, эти процессы носили стихийный характер, не связанный с запланированной природоохранной деятельностью. Поэтому при разработке рудных месторождений необходимо формирование комплексного подхода, сочетающего как производственные, так и экологические аспекты.

Ключевые слова: лесостепь, водно-болотные комплексы, орнитофауна, шламо-пульпохранилища, рефугиум, экологическая мозаика

THE INDUSTRIAL ZONE OF THE MIKHAILOVSK MINING AND PROCESSING PLANT AS A POTENTIAL REFUGIUM FOR VERTEBRATE ANIMALS

A.A. Chernyshev, S.G. Kazakov

Kursk State University, Kursk, Russia

Abstract. The development of the mining industry in the European forest-steppe according to the technologies of the 50-60s of the twentieth century led to the transformation of landscape components, which, when a number of factors coincided, enriched the avifauna of the region. These processes were of a spontaneous nature, not related to the planned nature conservation activities. Therefore, when developing ore deposits, it is necessary to form an integrated approach that combines both production and environmental aspects.

Keywords: forest-steppe, wetland complexes, avifauna, sludge-slurry storage, refugium,

Территория, занимаемая Европейской лесостепью, чье определение статуса, как и выделение границ часто были вопросом дискуссий, является местом интенсивной человеческой деятельности. Кроме исторически развитых аграрных комплексов, большой объем в экономике приходился на горно-рудо-добывающую и перерабатывающую отрасли, тем более, что на данной территории располагалась значительная часть Курской магнитной аномалии (КМА). Для ее освоения в Курской области возник один из первых, и наиболее «старых» горно-обогатительных комбинатов - Михайловский (МГОК).

В непосредственной близости друг от друга располагались следующие объекты: карьер для разработки руды открытым способом, отвалы вскрышных пород, гидроотвалы (шламо-пульпохранилище), сама площадка ГОКа.

Идущие изначально процессы разработки и обогащения руды привели к формированию в промзоне уникальных местообитаний, которые по своей экологической емкости стали более благоприятные, чем естественные природные комплексы.

Отвалы вскрышных пород, интенсивно зарастающие лесными сообществами, приобретали сходство с нагорно-байрачными лесами. Но, при этом из-за крайне неоднородного рельефа, плотности грунта на отвалах появлялось значительное количество котловин, заполненных водой, что разнообразило экологическую мозаику лесных экосистем.

Сами водные объекты промзоны также явились местом для жизни. Их появление шло по трем направлениям: а) созданные целенаправленно (по технологии производства); б) созданные попутно (при решении ряда побочных вопросов); в) созданные случайно (не имеющие никакого отношения к технологическим процессам) (рис. 1).

Появление подобных водных объектов на территории промзоны МГОКа явилось важнейшим фактором для фауны и населения многих видов позвоночных животных, что особенно актуально на фоне все более идущей деградации естественных водно-болотных комплексов региона, вызванных как естественными так и антропогенными факторами (Кривенко, 1991; Кумани, 2003; Кабанова, 2005; Чернышев, Казаков, 2010, 20105).

В условиях деградации естественных ВБК, водные комплексы промзоны ГОКа стали выполняли роль своеобразных рефугиумов, и в какой-то степени амортизировали падение фауны и населения позвоночных, особенно птиц.

Эта амортизация была обусловлена случайными совпадениями экологических требований видов животных с последствиями идущих технологических процессов в строго определенный период.

Как показали наши исследования (Миронов, Чернышев, 1997; Чернышев, 2004; Чернышев, Казаков, 2008; Чернышев, 2010), в 90-х - начале 2000 - х годов, численность и видовой состав авифауны на акваториях гидроотвалов МГОКа, водохранилища для забора технической воды (Михайловское), и др. водных объектов промзоны превышали аналогичные показатели в естественных ВБК от 2 до 4 раз. Особенно это касалось гнездования чайковых птиц. Аналогичные показатели были и с птицами сопутствующими (лесо-опушечные, степно-полевые).



Рис.1– Схема исследуемого участка

Наиболее значимым для птиц являлась акватория гидроотвалов, имеющая большую рассеченность заливами с облесенной береговой линией, и самое главное, большое количество островов.

Однако, уже с 2005 – 2006 годов эти структуры стали принципиально изменяться. Гидроотвалы стали наполняться не «в ширь» а «в высь», т.е. их обнесли по периметру водоупорной дамбой, подняв за прошедший период уровень пульпы до 10 – 12 м (рис. 2).

Сама акватория оказалась «разрезанной» поперечными дамбами на три отсека, что приводило к различному уровню наполнения, и появлению больших обсушенных площадей пульпы.

Острова, как основного места гнездования, исчезли практически полностью к 2007-2008 году. Также исчезли примыкающие участки луговины с восточной стороны, отсеченные дамбой. Гидроотвалы сразу потеряли статус гнездовой станции птиц.

Пребывание птиц стало носить сезонный характер, и акватория гидроотвалов явилась пищевой стацией, и местом где полностью отсутствовал фактор беспокойства.

Эта тенденция продолжилась и в дальнейшем (Табл. 1)

Табл. 1–Структура орнитокомплексов пульпохранилища по временным периодам

	1	2	3	4	5
1993-1996	10	48	13	35	540-610
2004-2008	7	34	18	16	165 - 423
2017	8	15	11	4	78 - 136

1 . - количество отрядов; 2. - общее количество видов птиц; 3. - количество видов птиц, типичных для ВБК (водно-болотной экологической группы); 4. - количество сопутствующих видов птиц (лесо-опушечной, степно-полевой, синантропной экологических групп); 5. - общая плотность численности населения птиц (особи/км²).

Как видно из таблицы, из-за отсечения дамбой прилегающих площадей, на акватории остались только типичные виды птиц, а из-за снижения гнездового статуса, также снизилась и их общая численность.



Рис. 2—Гидроотвалы Михайловского ГОКа

Сезонные концентрации водных и водно-болотных птиц на акватории гидроотвалов объяснялись следующим: а) особый режим на объектах промзоны, строгая пропускная система исключили любой вариант беспокойства; б) структура гидроотвалов, где перед заполненной частью пульпы идет открытая полоса обсохшей крошки, исключает возможность незаметно подкрасться к птицам; в) преобладание крупных чаек (серебристая (*Larus argentatus*), сизая (*L. canus*), клуша (*L. fuscus*), черноголовый хохотун (*Ichthyaetus ichthyaetus*)), предотвращает активный прессинг пернатых хищников, для которых нет близкорасположенных присад (даже серые вороны (*Corvus cornix*) встречаются редко и небольшими группами; г) успешное освоение акватории 8 - 10 видами рыб, которыми питаются птицы (несмотря на химико-физический состав пульпы и полное отсутствие иловых отложений и высших водных растений).

Заселение гидроотвалов ихтиофауны шло в следующем направлении. Гидроотвалы МГОКа долгое время существовали как обычное с водохранилище, так как находились на месте протекания реки Песочная, и после перекрытия русла в них имелся типичный для данных водных объектов видовой состав рыб. В ядро ихтиофауны входили плотва (*Rutilus rutilus*), речной окунь (*Perca fluviatilis*), серебряный карась (*Carassius gibelio*), карп (*Cyprinus carpio*) и щука обыкновенная (*Esox lucius*). Постепенное изменение качества воды не вызывало принципиальных изменений. К тому же были запущены и другие виды рыб (судак (*Sander lucioperca*)), также обычно проникновение рыб типичным и классическим способом переноса оплодотворенной икры птицами.

Попадание органических компонентов в гидроотвалы шло изначально за счет примыкания с восточной части сельхозугодий с верховьями балок, что дало возможность появления фито- и зоопланктона.

После полного отсечения дамбой гидроотвалов, возможность стока прекратилась. Но, скорость роста рыбы не уменьшилась. В качестве основной «энергетической» добавки для роста планктонных организмов частично шел птичий помет, а основным - включение в технологический процесс органический соединений на основе крахмала.

Поэтому, по результатам проводимых в 2017–19 годах сетевых отловов (в рамках исследований экологической обстановке промзоны МГОКа) отмечено значительное количество биомассы ихтиофауны, где первичным звеном – планктонофагом является плотва. Сама же плотва представляет основную пищу как для хищных рыб, так и для большинства рыбоядных птиц, пребывающих на акватории гидроотвалов.

Поэтому на сегодняшний день акватория гидроотвалов МГОКа выполняет функции рефугиума для водных птиц (это можно считать определенной компенсацией при деградации орнитофауны в естественных ВБК), но преимущественно в сезон миграций.

Эта положительная тенденция, тем не менее, может быть нестабильной, так как пребывание авифауны полностью зависит от применяемых технологий на МГОКе. В связи с чем необходимо сочетать решение производственных задач с природоохранными, за счет попыток создания или на самих пульпохранилищах, или на прилегающих к ним акваториях новых систем островов, по уже имеющимся разработкам (Авилова, 1997)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Авилова К.В. Пути управления уровнем биологического разнообразия техногенного водоема. /К.В. Авилова //Птицы техногенных водоемов Центральной России. Сборник научных статей. – М.: Изд. каф. зоол. позвоночных животных и общ. экол., 1997. – С. 172 – 188.
- 2.Кабанова Р.В. Опыт морфотектонического анализа Среднерусской возвышенности – Курск: Изд-во КГУ, 2005. – 200 с.
- 3.Кривенко В.Г. Водоплавающие птицы и их охрана – М.: Агропром-изд., 1991. – 271 с.
- 4.Кривенко В.Г., Виноградов В.Г., Петрунин В.Б. Ресурсы водоплавающих птиц России и проблемы их охраны [Электронный ресурс]. URL: [http: // ncob.ucoz.ru/publ/5-1-0-65](http://ncob.ucoz.ru/publ/5-1-0-65). (дата обращения 26.10.2010).
- 5.Кумани М.В. Способы регулирования почвенно-эрозионных процессов и гидрологического режима агроландшафтов Центрально-Черноземной зоны. автореф. дисс. на соиск. уч. степ. д-ра сельхоз.наук. – Курск, 2003. – 23 с.
- 6.Миронов В.И. Фауна и население птиц техногенных водоемов Курской области. /В.И. Миронов, А.А. Чернышев. // Птицы техногенных водоемов Центральной России. Сборник научных статей. – М.: Изд. каф. зоол. позвоночных животных и общ. экол., 1997. – С. 57 – 70.
- 7.Чернышев А.А. Изучение орнитофауны естественных и антропогенных ландшафтов (на примере Курской области). /А.А. Чернышев. – Воронеж, Изд-во ВГУ, 2004 г. – 189 с.
- 8.Чернышев А.А., Казаков С.Г., Динамика орнитофауны гидроотвалов Михайловского горно-обогатительного комбината Курской магнитной аномалии //Проблемы региональной экологии. № 1, 2009. - С. – 31 – 36.
9. Чернышев А.А. Орнитофауна водно-болотных угодий Центральной лесостепи: проблемы и перспективы. Курск, изд-во КГУ, 2010. – 228 с.
- 10.Чернышев А.А., Казаков С.Г. Влияние гидрологического режима на экологическую емкость основных водотоков Суджан-ского ландшафта типичной лесостепи (на примере реки Псёл). Acta Geographica Silesiana, 19. WnoZ US, Sosnowiec, 2015 s. 39-47. (режимдоступа). URL: http://www.wnoz.us.edu.pl/download/wydawnictwa/ags/ags_19_4.pdf
- 11.Чернышев А.А., Казаков С.Г. Факторы, влияющие на гидрологический режим рек и водно-болотных комплексов Суджанского ландшафта в Курской области. Научно-технический вестник Брянского государственного университета, №2, 2015, 71-79. (режим доступа). URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=25114149>

УДК 502(282.247.322):622.06

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ХУТОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ)

Шишкова И.И., phacops14@mail.ru

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Аннотация: При проведении мероприятий по разработке месторождений и строительстве скважин необходимо соблюдение условий по охране недр и окружающей среды, изложенных в основных законах природоохранного законодательства и выполнять следующие требования: не допускать отступлений от проектных решений; соблюдать технологические

режимы, установленные проектом и согласованные с природоохранными органами; осуществлять на буровом предприятии аналитический природоохранный контроль; предотвращать смешивание сероводородсодержащих нефтей, вод и газов; широко использовать антикоррозионные покрытия.

Ключевые слова: разработка, нефть, газ, добыча, охрана окружающей среды, Хуторское месторождение нефти, Белоруснефть, гидросфера, атмосфера, скважина, бурение, переработка.

ENVIRONMENTAL PROTECTION DURING THE DEVELOPMENT OF THE KHUTORSKOYE OIL FIELD (PRIPYAT TROUGH)

*I.I. Shishkova, phacops14@mail.ru
F. Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus*

Abstract: When carrying out measures for the development of fields and construction of wells, it is necessary to comply with the conditions for the protection of subsoil and the environment, set out in the main laws of environmental legislation and to fulfill the following requirements: avoid deviations from design decisions; comply with the technological regimes established by the project and agreed with the environmental authorities; to carry out analytical environmental control at the drilling enterprise; prevent mixing of hydrogen sulfide-containing oils, water and gases; widely use anti-corrosion coatings.

Keywords: development, oil, gas, production, environmental protection, Khutorskoye oil field, Belorusneft, hydrosphere, atmosphere, well, drilling, processing.

По уровню отрицательного воздействия на окружающую природную среду нефтегазодобывающее производство занимает одно из первых мест среди различных отраслей промышленности. Оно загрязняет практически все сферы окружающей среды – атмосферу, гидросферу, причем не только поверхностные, но и подземные воды, геологическую среду, т.е. всю мощность вскрываемых скважиной пластов в совокупности с насыщающими их флюидами.

Характер воздействия на окружающую среду обусловлен тем, что все технологические процессы нефтегазодобычи – разведка, бурение, добыча, переработка, транспорт – оказывают отрицательное влияние на окружающую среду.

Первой характерной особенностью нефтегазодобывающего производства является повышенная опасность его продукции, т.е. добываемого флюида – нефти и газа. Эта продукция опасна с точки зрения пожароопасности, для всех живых организмов опасна по химическому составу, гидрофобности, по возможности газа диффундировать через кожу внутрь организма, по абразивности высоконапорных струй.

Второй опасностью нефтегазодобывающего производства является то, что оно способно вызывать глубокие преобразования природных объектов земной коры на больших глубинах. В процессе нефтегазодобычи осуществляются широкомасштабные и весьма существенные воздействия на пласты. При снижении пластового давления происходит перераспределение нагрузки – повышаются напряжения в поровом скелете пласта. Эти процессы могут приводить к землетрясениям. Иными словами, нарушается равновесие литосферы, т.е. нарушается геологическая среда. Закачка воды для поддержания пластового давления, особенно с различными химическими реагентами, может приводить к загрязнению водоносных горизонтов, используемых для питьевого водоснабжения. Загрязнение гидросферы происходит при бурении скважин, при аварийных перетоках между пластами и открытым фонтанировании.

Третьей особенностью нефтегазодобывающего производства является то, что практически все его объекты, применяемые материалы, оборудование, техника являются

источниками повышенной опасности. Опасны трубопроводы с жидкостями и газами под высоким давлением, все электролинии, токсичны многие химреагенты и материалы.

Четвертой особенностью нефтегазодобывающего производства является то, что для его объектов необходимо изымать из сельскохозяйственного, лесохозяйственного или иного пользования соответствующие участки земли. Нефтегазодобывающее производство требует отвода больших участков земель на строительство объектов добычи нефти, дорог, коммуникаций, трубопроводов, ЛЭП.

Пятой особенностью нефтегазодобывающего производства является огромное количество транспортных средств, особенно автотракторной техники. Вся эта техника, так или иначе, загрязняет окружающую среду.

Мероприятия по охране окружающей среды (земель, водного бассейна, воздушного бассейна) в проектах на разработку месторождений имеют общий рекомендательный характер и направлены на предупреждение возможных негативных изменений в природной среде под влиянием разработки месторождений. Обеспечение экологической безопасности объектов добычи нефти является основной задачей охраны окружающей среды.

Контроль за выполнением предусмотренных природоохранных мероприятий, оценку уровня экологической безопасности планируемой работы и целесообразность ее реализации осуществляет Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (его территориальные органы на местах: районный и областной комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды).

При проведении мероприятий по разработке месторождений и строительстве скважин необходимо соблюдение условий по охране недр и окружающей среды, изложенных в основных законах природоохранного законодательства [1, 2, 3, 4, 5] и выполнять следующие требования:

- не допускать отступлений от проектных решений, влекущие за собой ущерб окружающей среде и неукоснительно выполнять в процессе своей деятельности полный объем всех предусмотренных рабочим проектом природоохранных мероприятий;
- соблюдать технологические режимы, установленные проектом и согласованные с природоохранными органами;
- осуществлять на буровом предприятии аналитический природоохранный контроль в целях соблюдения установленных нормативов состояния окружающей среды;
- обеспечивать надежную и эффективную работу установок по отведению дымовых газов, производственных и хозяйственно-бытовых стоков, по обращению с отходами производства;
- предотвращать смешивание сероводородсодержащих нефтей, вод и газов с продукцией, не содержащей его;
- широко использовать антикоррозийные покрытия. Не допускать попадания в призабойную зону нагнетательных скважин сульфатовосстанавливающих бактерий. В случае их обнаружения проводить бактерицидную обработку закачиваемой в пласт воды.

Для предотвращения загрязнения почв и рационального их использования следует:

- сохранять поверхностный органический слой;
- не допускать проливов различных нефтепродуктов, предусматривать необходимые меры защиты для этого.

Методы и средства снижения техногенного воздействия на ландшафт должны строиться с учетом естественного самоочищения почв от такого воздействия.

В целях предотвращения ущерба окружающей природной среде, связанного с ее загрязнением, предусматриваются специальные мероприятия, направленные на предотвращение или уменьшение негативных последствий механического воздействия на почвенно-растительный покров или его химическое загрязнение. Основные приемы в решении данной проблемы сводятся к снижению до минимума числа и размеров промышленных площадок, дорожных путей и т.п.

При обустройстве, эксплуатации, капитальном и подземном ремонте скважин предотвращение и ликвидация загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами производится согласно Регламента «Предотвращение и ликвидация загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами при обустройстве, эксплуатации, капитальном и подземном ремонте скважин РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»».

Хуторское месторождение нефти находится в Светлогорском районе Гомельской области Республики Беларусь в 16 км к югу от г. Светлогорска. Гидрографическая сеть представлена мелиоративными каналами и водоемами, ближайшие реки – Ипа и Ведрич, ближайшая судоходная река – Березина. На ручьях, протекающих через месторождение, сооружены нефтеловушки (пруды-отстойники) с водопропускной трубой. Уловленную нефть с нефтеловушек собирают в транспортные емкости и закачивают в сборные коллекторы.

Предприятия по добыче нефти относятся к III классу опасности и имеют санитарно-защитную зону размером 500 м [6]. Для обеспечения требований Закон РБ «Об охране атмосферного воздуха» выбор размещения стационарных источников выбросов загрязняющих веществ (котельной, дизельного блока, факельного блока и другого оборудования) осуществляется с целью обеспечения санитарных норм в рабочей и селитебной зоне с учетом господствующего направления ветра в районе бурения.

Основным способом регулирования негативного воздействия на окружающую среду при проведении буровых работ является предупреждение выбросов, сбросов и проведение технологических мероприятий по обработке образующихся отходов бурения [7].

Для предупреждения попадания в почву, поверхностные и подземные воды отходов бурения, буровых сточных вод, загрязненных ливневых стоков с территории буровой организуется система накопления и хранения отходов бурения и инженерной канализации стоков, включающая:

- строительство обваловки скважин;
- планировку технологических площадок и их гидроизоляцию;
- установку лотков для транспортировки стоков к узлу сбора;
- строительство накопительных амбаров, обеспечивающих отдельный сбор отходов бурения и продуктов испытания скважин по их видам;
- оборудование замкнутой системой водоснабжения с использованием металлических емкостей, а также контейнеров для сбора и вывоза бурового шлама.

Гидроизоляция технологических площадок осуществляется металлическими листами, синтетической пленкой, гидроизоляционными композициями (глина, известь, цемент, полимерные материалы), железобетонными плитами, деревянными щитами. Гидроизоляционные материалы наносятся на предварительно спланированные площадки, на которых устанавливаются лотки для транспортировки стоков к узлу сбора.

При разработке проектов строительства скважин на территории Хуторского месторождения предусмотрено создание шламовых амбаров с герметично изолированными стенками, куда осуществляется сбор отработанных буровых растворов, шламов, сточных вод с территории буровой площадки.

В дальнейшем шламовые амбары ликвидируются согласно технологических мероприятий [8]. Предусматривается контроль состава буровых сточных вод до и после осветления для выбора дальнейшего способа утилизации. Для минимизации образования сточных вод, буровые растворы, использованные для промывки ствола скважины, подвергаются очистке на вибросите и гидроциклонах с последующей обработкой химреагентами для достижения нужных реологических параметров и повторно используются.

При разработке месторождения необходимо обеспечивать долговечность и герметичность крепи скважин, герметичность обсадных колонн и межколонных пространств, обеспечивать изоляцию флюидосодержащих горизонтов друг от друга и от проницаемых пластов по всему разрезу до устья скважин.

Обращение с образующимися отходами осуществляется согласно инструкции по обращению с отходами производства. Сбор отходов осуществляется с соблюдением

природоохранных, санитарно-эпидемиологических и противопожарных требований существующего законодательства. Проектами на строительство скважин предусматривается план ликвидации аварийных ситуаций, разрабатываемый согласно Постановлению Совета Министров РБ от 25.10.2011 № 1426 «О некоторых вопросах обращения с объектами растительного мира».

Мероприятия по сохранности зеленых насаждений предусматривают систему мероприятий по охране существующих зеленых насаждений, увеличению их площади и улучшению качественного состояния, устанавливают порядок проведения работ при пересадке и, при необходимости, сноса элементов зеленых насаждений (деревьев, кустарников, газонов, цветников, пешеходных дорожек и др.).

Выполнение требований охраны и рационального использования недр при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ достигается применением совершенных методик проектирования и проведения всех видов работ на всех стадиях поисково-разведочного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Закон РБ «Об охране окружающей среды» №1982-ХІІ от 26.11.1992 (в редакции Законов РБ № 161-3 от 16.06.2014)
- 2 Закон РБ «Об охране атмосферного воздуха» № 2-3 от 16.12.2008 (в редакции Законов РБ № 6-3 от 12.12.2012)
- 3 Закон РБ «Об обращении с отходами» № 271-3 от 20.07.2007 (в редакции Законов РБ № 130-3 от 04.01.2014)
- 4 Закон РБ «О растительном мире» № 205-3 от 14.06.2003(в редакции Законов РБ № 18-3 от 22.01.2013)
- 5 Водный кодекс РБ № 149-3 от 30.04.2014
- 6 Санитарные нормы и правила «Требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду», утвержденные Постановлением Министерства здравоохранения РБ № 35 от 15.05.2014
- 7 СТП 09100.17015.078-2011 «Технологические мероприятия по обработке отходов бурения с целью снижения загрязнения окружающей среды при строительстве и/или восстановлении скважин на месторождениях РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»
- 8 Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям РБ № 55 от 22.11.2013 «Об утверждении правил по обеспечению промышленной безопасности при добыче нефти и газа» (в ред. постановления МЧС № 9 от 16.03.2015)

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГЕОСФЕР КРУПНЫХ
ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ»**

**17-19 ноября 2020 г.
г. Воронеж**

Издательство «ИСТОКИ»
394026, г. Воронеж, ул. Солнечная, 33.
Телефон/факс (473) 239-55-56.

Подписано в печать 16.11.2020 г. Формат 60х84 1/16.
Гарнитура «Times New Roman». Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 28,4.
Тираж 200 экз. Заказ № 7110.

Отпечатано в типографии «ИСТОКИ»
394026, г. Воронеж, ул. Солнечная, 33.
Телефон/факс (473) 239-55-54.
E-mail: istoki-vrn@mail.ru

