

8. Харькина, М.А. Экологические последствия трансформации геологических процессов на территории России под влиянием различных видов антропогенных воздействий / М.А. Харькина // Геориск. – 2011. – № 4. – С. 50–57.

9. Экологический атлас. – М. : ООО «Феория», 2017. – 510 с.

GEOLOGICAL SPACE, ITS ECOLOGICAL FUNCTIONS AND THE INEVITABILITY OF THEIR TRANSFORMATION IN MINING REGIONS

V. T. TROFIMOV, M. A. KHARKINA, O. S. BARYKINA

trofimov@rector.msu.ru, kharkina@mail.ru, barykina@geol.msu.ru
Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russia

Abstract. Ecological consequences of geological space transformation in mining regions are described, including removal of lands from economic turnover; reduction of forests, pastures and animal habitats; forced migration of population due to relocation of settlements; discomfort of living due to underflooding of urban areas; increase in general morbidity of population; pollution of drinking water supply sources.

Key words: mining, minerals, habitats, disturbance, population, relocation, diseases, dumps, self-overgrowth.

УДК 55.553.07.-504.05/06

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ЭФФЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И КОМФОРТНОСТИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

И. И. КОСИНОВА¹, В. А. БУДАРИНА¹, А. И. ПАВЛОВСКИЙ²

¹kosinova777@yandex.ru

ФБГОУ ВО Воронежский государственный университет,
г. Воронеж, Россия

²aipavlovsky@mail.ru

¹Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
г. Гомель, Беларусь

Аннотация. Значительные экологические воздействия горнопромышленных комплексов на состояние компонентов окружающей среды требуют разработки систем обеспечения экологической безопасности их территорий. Целью настоящих исследований стала разработка данной системы для горнопромышленного района по добыче и переработке руд цветных металлов. Предложена система, состоящая из комплекса опережающих и природоохранных блоков обеспечения экологической безопасности территории. Опережающий блок формирует информационную основу последующих действий, определяет параметры фонового состояния эколого-геологической системы. Второй блок ориентирован на экологические мишени, систематизирует современные способы и методы минимизации негативных воздействий на комфортность среды обитания.

Ключевые слова: система, направления, эффективность горнопромышленный район, экологическая безопасность, благоприятность, комфортность, среда, обитание.

Горнопромышленная деятельность представляет собой один из основных видов деятельности человеческого общества. Практически все его современное материальное благополучие основано на полезных ископаемых. Несомненно, что лидирующую роль играют энергетические виды сырья. Однако рудные полезные ископаемые представляют собой основу любой промышленной деятельности. При этом, имеет место жесткое противоречие между необходимостью добычи полезных ископаемых и негативными экологическими последствиями данной деятельности. Данное противоречие имеет экономическую основу, так как в настоящее время современные технологии позволяют практически безвредно осуществлять горнопромышленную деятельность. При этом себестоимость продукции возрастает в разы. В этой связи значительную роль играет создание взвешенной системы эффективных направлений развития горнопромышленных районов для обеспечения их экологической безопасности и благоприятной среды жизнедеятельности.

Нами представлен комплекс природоохранных мероприятий и технологических решений, способных решить основные проблемы обеспечения экологической безопасности горнопромышленных районов (ГПР). Данный комплекс предложен нами для проектной возможности разработки Елань-Елкинского месторождения сульфидных медно-никелиевых руд, как ключевого участка максимального экологического воздействия на компоненты окружающей среды. Высокий уровень экологического воздействия обусловлен, как уровнем заселения и освоения территории, так и токсичностью предполагаемой горнопромышленной деятельности. Он включает блоки опережающих и природоохранных мероприятий, необходимых для эксплуатации горнопромышленных районов, внедрение которых способствует экологической безопасности горнопромышленной деятельности.

Характеристика опережающих мероприятий. На первых стадиях формирования горнопромышленного района необходимо проведения ряда опережающих мероприятий, базовых для последующей оценки влияния техногенной разработки месторождений на экосистему, которые включают:

1) Реализацию программы комплексной эколого-геологической оценки современного состояния окружающей природной среды в исследуемых горнопромышленных районах, включающую исследования особо охраняемых природных территорий.

2) Проведение полного археологического обследования территорий, обусловленное наличием и внесением всех археологических памятников в Государственный земельный кадастр и Единый Государственный реестр объектов культурного наследия Российской Федерации.

3) Проведение детального сейсмического районирования зоны добычи и территории горного отвода. Сейсмическое микрорайонирование позволяет оценить влияние локальных грунтовых, геоморфологических и гидрогеологических особенностей территории, даёт представление о «фоновом» состоянии геологической среды. Работы по сейсмическому районированию помогут при выборе места захоронения минерализованных вод, откачиваемых из шахты, подземного захоронения отходов. Также они являются основой для мониторинга сейсмической обстановки во время эксплуатации элементов ГПР.

4) Перевод значительных земельных площадей из сельскохозяйственных в промышленные, с перемещением гумусового горизонта почвы.

5) Отбор проб руды для последующих исследований на действующих металлургических комбинатах для установления их параметров, необходимых для использования экологически эффективных схем обогащения и дальнейшей переработки рудных концентратов [2].

6) Разработка особой технологии прохождения шахт, учитывающей сложные гидрогеологические особенности территории. На исследуемой территории в осадочном

чехле содержится 6 водных горизонтов, в том числе основной источник водоснабжения - воды плиоценового горизонта. Также непосредственно над рудными телами залегают рассолы, содержащие 70 г/л различных элементов, в основном *I* и *Br*. Необходимо создание современных водоотводящих систем утилизации технических вод, связанных с прохождением шахт (замораживание), добычей руд, производством концентратов, разработка специальных мероприятий по отводу рассолов, извлечению *I* и *Br*, возможности бальнеологического их использования.

7) Вскрытие месторождения по всей глубине разведанных запасов двумя стволами: скиповым и клетьевым. По обводнённой толще осадочных пород проходка стволов должна осуществляться с замораживанием. Осушение месторождения следует производить без сработки запасов кондиционных подземных вод осадочного чехла. Для выполнения данной технологии в кровле рудного тела должен быть создан предохранительный рудный целик мощностью примерно 50 м, он будет защищать рудник от проникновения подземных вод осадочной толщи.

8) Обоснование места под специальные экранирующие площадки и их оборудование для складирования отходов – хвостов обогащения и дальнейшего применения в качестве закладочного материала для выработанных подземных пространств. Чаша самого хвостохранилища должна иметь минимальную площадь и быть экранирована для полного исключения фильтрационных потерь в грунтовые воды. Хвосты должны быть хорошо увлажнены для исключения процессов пыления. Необходимо полное соответствие объёмов закладной смеси (хвосты+цемент+вода) объёму отработанного шахтного пространства.

9) Многостороннее и наиболее полное социальное обеспечение на всех этапах осуществления проекта освоения Еланского месторождения по специальной разработанной программе, разработанной на основе единого теоретико-методологического, концептуального и управленческого подходов; преодоление фрагментарности в работе, усиление комплексности и всестороннего учета совокупности интересов государства, инвесторов и общества.

10) Формирование грамотного информационного сопровождения проекта с целью формирования благоприятного общественного мнения. Широкая популяризация системы его экологического сопровождения, пояснения особенностей применяемых экологических технологий разработки, складирования отходов. Обогащение руды следует производить на обогатительной фабрике при использовании исключительно флотационного метода обогащения.

Комплекс природоохранных мероприятий горнопромышленных районов по добыче руд цветных металлов

А) Снижение выбросов при добыче сульфидных руд подземным способом.

1) Разработка месторождения полезных ископаемых подземным способом представляет собой добычу полезного ископаемого из недр Земли при проведении системы подземных горных выработок без нарушения дневной поверхности. Рудовмещающий массив должен быть разделён на участки, в пределах которых не смогут развиваться до критической величины техногенные и природные напряжения. Природную зону обитания, со всеми сохранёнными условиями функционирования флоры, фауны и самого человека, необходимо отделить от зоны подземных горных работ.

2) Уменьшение объёмов, оставляемых на постоянное хранение пустых пород и/или хвостов обогащения, должно достигаться использованием их для заполнения подземных выработанных пространств рудника и поверхностных воронок обрушения путём применения сухой закладки, гидравлических закладочных смесей, таких как: сгущенная пульпа, пастообразный материал, с твердеющими (или без) добавками (например, цемент, зола и доменный шлак).

Б) Снижение негативного воздействия на водные ресурсы

1) Разработка водохозяйственного баланса горнодобывающего предприятия для управления потоками вод, водопотребления, водоотведения, в том числе и для:

- контроля за притоками шахтных вод;
- вероятного изменения режима водопотребления вместе с балансом;
- препятствия загрязнения и истощения подземных и поверхностных вод;
- рационализации водопользования при минимизации эксплуатации питьевых вод;
- возможности рециркуляции, очистки и повторного использования отработанной воды;
- учета водохозяйственной обстановки с целью установления уязвимых водных объектов и зависимости населения от водных ресурсов.

2) Использование рациональных схем осушения горных выработок, необходимых для минимизации влияния на грунтовые воды, понижения гидравлической нагрузки очистных сооружений при применении отдельно или совместно следующих технических решений:

- совершенствование работы дренажной системы;
- применение защитных сооружений и мер (в частности – противодиффузионные завесы);
- изоляция горных выработок регулированием поверхностного стока и отводом рек;
- препятствие опережающему понижению уровня подземных вод;
- предупреждение загрязнения шахтных вод во время откачки.

3) Экранирование противодиффузионными гидроизоляционными покрытиями дна и ограждающих поверхностей отстойников сточных вод, шламохранилищ, хвостохранилищ и др.

4) Сооружение системы водоотводящих канав по контуру внешних отвалов с учетом рельефа местности, первичное осветление вод и их дальнейшая очистка.

5) Применение отходов добычи и переработки на производстве в качестве рекультивационных средств.

Маркерные вещества и технологические показатели для сбросов в поверхностные воды при использовании подземного способа отработки месторождения продемонстрированы в таблице 1.

Таблица 1 – Маркерные вещества и технологические показатели для сбросов в поверхностные воды при использовании подземного способа отработки месторождения

Наименование вещества/показатели	Единицы Измерения	Технологический показатель ¹
<i>pH</i>	ед. <i>pH</i>	6-9
Взвешенные вещества	Мг/л	< 20
Дополнительно определяются и контролируются показатели по тем веществам, которые как предполагается могут содержаться в сбросах в концентрациях, превышающих концентрации:		
Кадмий		< 0,05 мг/л
хром(VI)		< 0,1 мг/л
Медь		< 0,3 мг/л
Свинец		< 0,2 мг/л
Железо		< 2 мг/л
Никель		< 0,5 мг/л
Цинк		< 0,5 мг/л
Марганец		< 0,08 мг/л
сульфат-ион		< 1300 мг/л
Алюминий		< 0,85 мг/л
Примечание: ¹ Значения концентраций металлов относятся к их совокупному содержанию		

б) Борьба с самоизливом старых скважин является сложным с точки зрения технологии и финансирования процессом. В скважинах с самоизливом напором выше 1,5 м данный процесс устраняется методом откачки эрлифтом при помощи компрессоров для снижения динамического уровня до устранения процесса самоизливания скважины.

в) Снижение негативного воздействия при обогащении руд цветных металлов.

1) Снижение отрицательного воздействия во время получения селективных концентратов цветных металлов флотационным методом из-за сокращения расходов опасных реагентов флотации (таких как: цианид натрия). Использование новых, менее вредных реагентов, уменьшение потери ценных компонентов в отходах, применение безотходных технологий.

Важным является введение комплексного использования сырья, применение техники с высокой удельной производительностью для процесса флотации. Замкнутый цикл водоснабжения, и очистка стоков является необходимым элементом зеленых технологий в горном деле.

2) Захват выбросов по возможности максимально близко от источника с дальнейшей их очисткой [2].

3) Снижение выбросов при хранении руд и продуктов их переработки при применении комплекса технических решений, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Снижение выбросов при хранении руд и продуктов их переработки путем применения отдельно или совместно следующих технических решений

№ п/п	Метод\оборудование	Применимость
1	2	3
1.	Использование закрытых помещений или бункеров	Применяется для пылящих материалов
2.	Сооружение укрытий над площадками хранения	Применяется для всех видов материалов
3.	Герметичная упаковка	Применяется для хранения пылящих материалов, содержащих растворимые в воде неорганические и органические соединения
4.	Сооружений укрытий над пролетами	Применяется при сушке материала
5.	Разбрызгивание воды	Применяется в местах складирования пылящих материалов
6.	Размещение устройств для улавливания пыли/газов в местах загрузки и перегрузки	Применяется в местах складирования пылящих материалов
7.	Использование для сооружений емкостей строительных материалов, устойчивых к загружаемым материалам	Общеприменим
8.	Применение надежных систем обнаружения утечек и индикации уровня заполнения емкостей с подачей сигналов для предотвращения их переполнения	Общеприменим
9.	Хранение агрессивных материалов в емкостях с двойными стенками или в емкостях, размещенных внутри устойчивого к воздействию агрессивных среды обвалования двойной вместимости	Общеприменим

Окончание таблицы 2

1	2	3
10.	Проектирование площадок для хранения таким образом, чтобы любые утечки из емкостей и систем доставки удерживались внутри обвалования, способного вместить объем жидкости, равный, по крайней мере, объему наибольшей емкости, размещенной внутри обвалования. Площадка для хранения должна быть обвалована и иметь покрытие, не подверженное воздействию хранящегося агрессивного материала	Общеприменим
11.	Сбор и обработка эмиссий, образующихся при хранении, с помощью систем, предназначенных для обращения с химическими веществами, которые подлежат хранению. Вода, использованная для смыва пыли, также должна собираться и очищаться перед сбросом	Общеприменим при хранении газов. При хранении жидкостей любые утечки должны собираться и обрабатываться
12.	Регулярная уборка и, при необходимости, увлажнение площадки хранения	Общеприменим
13.	Хранение материалов там, где это возможно, в одном контуре	Общеприменим

Г) Технологии обращения с отходами обогащения руд [3].

1) Размещение отходов с показателями влажности производится в соответствии с рекомендациями таблицы 3.

Таблица 3 – Особенности складирования отходов

Характеристика отходов обогащения руд	Технология размещения
Текущие хвосты обогащения руд с влажностью до 90 %	– Складирование в хвостохранилище намывного и наливного типа – Складирование в выработанном пространстве карьеров
Обезвоженные хвосты обогащения руд с влажностью 40 – 50 %	– Складирование в хвостохранилище – Складирование в выработанном пространстве карьеров – Складирование в выработанном пространстве рудников
Обезвоженные хвосты обогащения руд с влажностью до 30%	– Складирование в выработанном пространстве карьеров – Использование в качестве закладки выработанного пространства карьера при комбинированной разработке – Использование в качестве компонента закладочной смеси
Сухие хвосты обогащения руд с влажностью 10 – 12 %	– Складирование в отвал на дневной поверхности – Использование в качестве компонента закладочной смеси

2) Складирование отходов на территориях, ранее используемых для размещения породных отвалов, гидроотвалов и т. д., включая рекультивацию, осуществляется путем заполнения выработанного подземного пространства рудников пустыми породами. Для предотвращения вероятного загрязнения грунтовых вод эта технология требует проведения обезвоживания хвостов до состояния пасты. К преимуществам описываемой технологии относятся: отказ от размещения текущих отходов обогащения в хвостохранилищах; уменьшение экологической нагрузки на прилегающие территории; возможности применения оборотной воды. Главным недостатком является высокая стоимость строительства обезвоживающего комплекса, подземного закладочного комплекса (ПЗК) для транспортировки закладочной пастообразной смеси.

Установка узла обезвоживания непосредственно в недрах является альтернативным вариантом утилизации обводненных тонкодисперсных отходов обогащения в шахте. Данная технология - инновационное направление, позволяющее: перемещать пульпу по горизонтальным выработкам на протяжённые расстояния; хранить токсичные отходы обогащения непосредственно в недрах; освободить площади земель, используемые для размещения отходов обогащения; заполнить объемы выработанного подземного пространства; изготавливать закладочные смеси из хвостов обогащения поблизости от закладываемых камер. Обязательным условием реализации такой технологии является увеличение мощности насосов для оборотного водоснабжения и откачки воды на фабрику.

В пределах современных горнопромышленных комплексов России достаточно медленно внедряют современные наработки в технологический процесс складирования отходов добычи и переработки руд. Это можно объяснить тем, что новшества всегда требуют больших капиталовложений, а это главным образом, влияет на себестоимость добываемой руды. При этом и складирование традиционным методом отработано, имеются площади для размещения отходов. Соответственно наблюдается рост масштабов накопления на открытой поверхности техногенных отложений, что значительно снижает комфортность среды обитания, в особенности в пределах плотно заселенных территорий. Для достижения цели снижения объемов складированных отходов важным направлением является использование отходов добычи и хвостов обогащения руд для производства твердеющих закладочных смесей. Финансовые затраты являются сдерживающим фактором настоящей технологии. Удешевление процесса достигается путем использования, более дешевого вяжущего в составе закладочной смеси. Твердеющую закладку, получаемую из отходов добычи, в настоящее время используют на Гайском, Красноуральском и Бурибаевском ГОКах.

Практика работы подземных рудников показывает, что использование твердеющей закладки экономически целесообразно при разработке месторождений сульфидных *Cu-Ni* руд и, обычно, способствует уменьшению капитальных затрат для вскрытия месторождений и связанных с этим эксплуатационных расходов. Высокая металлоемкость закладочных комплексов определяет их стационарное положение и лимитирует область использования систем с твердеющей закладкой. При этом постоянное перемещение очистных работ приводит к увеличению длины транспортирования твердеющей смеси. Указанных недостатков не имеет горнотехническая система приготовления закладочной смеси в подземных условиях, использующая отходы проходки горных выработок и радиометрическую сепарации руд для инертного заполнителя.

Д. Экологический мониторинг.

Под экологическим мониторингом понимается система регулярных наблюдений природных сред, выполняемых по определенной программе, которые позволяют выделить изменения в их состоянии, происходящие, в том числе, под влиянием антропогенной деятельности.

Задачами экологического мониторинга являются:

- осуществление наблюдений за техногенным воздействием на компоненты природной среды (атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, растительность, природные и техногенные геофизические поля) при строительстве объекта, его эксплуатации и в ликвидационный период;

- анализ и обработка данных, полученных в процессе мониторинга;

- оценка изменений состояния компонентов природной среды в результате техногенных воздействий;

- прогноз развития техногенной трансформации компонентов окружающей среды.

В законодательных и нормативно-правовых документах цели и задачи различных видов мониторинга сформулированы в достаточно общем виде, применимом к разным по масштабу уровням мониторинга (федеральному, территориальному, локальному). При организации и проведении локального мониторинга определяются приоритетные загрязнители на основе изучения технологии создаваемого производства. Расположение пунктов наблюдения сети опробования определяется содержанием решаемых задач, особенностями природной обстановки, контролируемыми путями миграции, аккумуляции загрязнений.

Разработка программы по организации экологического мониторинга в период строительства и эксплуатации объектов горнодобывающего и перерабатывающего комплекса основывается на следующих принципах:

- экологические наблюдения должны охватывать основные природные среды: воздушный бассейн, водную среду, недра, почвы, рельеф местности, ландшафт, растительность, биологические ресурсы, природные и техногенные геофизические поля;

- полученная информация должна быть достоверной и адекватно отражать происходящие изменения, что достигается на организационном и практическом уровнях проведения работ;

- должен соблюдаться принцип достаточности мониторинга. Данный принцип обеспечивается как объёмом проводимых исследований (количественный аспект), так и правильностью выбора пунктов, маршрутов и точек наблюдений (качественный аспект);

- формирование корректирующих направлений деятельности для последующей разработки природоохранных мероприятий.

Е) Рекультивация земель

Рекультивация представляет собой сложный многоуровневый процесс, основной целью которого является восстановление комфортности обитания территорий, изъятых из оборота для добычи и переработки полезного ископаемого. Она включает:

- 1) Ведение текущей рекультивации нарушенных земель при самой эксплуатации горнодобывающего предприятия для сокращения отрицательного влияния на природную среду и возврат в оборот земель.

- 2) Воссоздание естественного рельефа территории проведения горных работ при рекультивации повреждённых земель с восстановлением стабильных биогеоценозов.

- 3) Применение отходов добычи руды с целью рекультивации нарушенных земель, в том числе:

- вскрышных и вмещающих горных пород;

- хвостов добычи;

- других отходов относящихся к IV и V классов опасности.

- 4) Создание благоприятного корнеобитаемого слоя почв на территории рекультивации при обязательном учёте физико-химических и агротехнических свойств почв.

- 5) Выполнение фитомелиоративных и агротехнических процедур в ходе биорекультивации, включающих:

- посев семян аборигенной флоры с целью создания естественного многовидового сообщества;

– удобрение почвы, способствующего ускорению восстановительного процесса плодородия.

б) Снижение отрицательного влияния на ландшафт, почвы и биоразнообразие должно происходить путем:

- уменьшения эмиссий в окружающую среду и ресурсосбережения;
- сокращения площадей нарушенных земель;
- воссоздания рельефа местности, где проводились горные работы;
- сохранения малых водотоков территории горнодобывающей деятельности, путём переноса их русел за пределы участка горных работ, искусственного русла водного объекта, создания и укрепление берегов, контроля за русловыми и береговыми деформациями;

7) Организации водоохранной зоны, создании благоприятных условий для растительности и животного мира:

- сохранение почв благодаря селективному складированию, размещение и дальнейшая эксплуатация гумусового горизонта почвы;
- препятствие загрязнению почв благодаря путем профилактики аварийных проливов реагентов, горюче-смазочные материалов (ГСМ) и других загрязняющих веществ, снижение эмиссий веществ в атмосферу при применении высокоэффективного оборудования очистки выбросов от токсичных компонентов и т. п.;
- высадка районированных для данных условий видов растительности, предупреждение внедрения видов, угрожающих местным экосистемам;
- обеспечение экологических коридоров, соединяющих ненарушенные горными работами участки, которые позволят сохранить видовое и генетическое разнообразие эндемичных популяций и пути миграций живых организмов.

По результатам проведенной систематизации способов и методов обеспечения экологической безопасности функционирования ГПР в условиях жестких экологических ограничений выявлено следующее:

1. Важным элементом деятельности является комплекс опережающих мероприятий, ориентированный на:

- получение полного объема эколого-геологической информации по проектируемому объекту горнопромышленной деятельности и зоны его влияния;
- фиксирование основных экологических мишеней как основу разработки дальнейших природоохранных мероприятий.

2. Блок природоохранных мероприятий на стадии эксплуатации и ликвидации объекта должен основываться на необходимом комплексе инновационных экологических технологий, ориентированных на сохранение выделенных экологических мишеней, сопровождается оперативной информацией по уровню комфортности среды обитания.

Исследование выполнено при поддержке грантов БРФФИ № X20P-284 и РФФИ № 20-55-00010/20 «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов».

Список литературы

1. Добыча и обогащение руд цветных металлов. Информационно технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС-23-2017.
2. Амосов, П.В. Результаты оценки загрязнения атмосферы при пылении хвостохранилища (на базе трехмерного моделирования) / П.В. Амосов [и др.]. // Известия ВУЗов. Горный журнал. – 2017. – № 6. – С. 87–94.
3. Бударина, В.А. Экологические аспекты горнодобывающей и перерабатывающей деятельности при разработке Еланского месторождения сульфидных медно-никелевых руд Монография / В.А. Бударина [и др.]. – М. : Научная книга, 2022. – 141 с.

DEVELOPMENT OF SYSTEMS OF EFFECTIVE DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF MINING AREAS TO ENSURE THEIR ENVIRONMENTAL SAFETY AND COMFORT OF THE HABITAT

I. I. KOSINOVA¹, V. A. BUDARINA¹, A. I. PAVLOVSKY²,

kosinova777@yandex.ru

¹*FBGEI HE Voronezh State University*

Voronezh, Russia

aipavlovsky@mail.ru

¹*Gomel State University named after F. Skorina,*

Gomel, Belarus

Abstract. Significant environmental impacts of mining complexes on the state of environmental components require the development of systems to ensure the environmental safety of their territories. The purpose of this research was to develop this system for the mining area for the extraction and processing of non-ferrous metal ores. A system consisting of a complex of advanced and environmental blocks for ensuring the environmental safety of the territory is proposed. The leading block forms the information basis of subsequent actions, determines the parameters of the background state of the ecological and geological system. The second block is focused on environmental targets, systematizes modern ways and methods of minimizing negative impacts on the comfort of the habitat.

Key words: system, directions, efficiency of the mining area, environmental safety, favorability, comfort, environment, habitation.

УДК 502.52:504.5:338.45:622(476)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДЕПОНИРУЮЩИХ И ТРАНЗИТНЫХ СРЕД В ПРЕДЕЛАХ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А. И. ПАВЛОВСКИЙ¹, А. Н. ГАЛКИН², И. И. КОСИНОВА³, О. В. ШЕРШНЕВ¹,
С. В. АНДРУШКО¹, И. А. КРАСОВСКАЯ², В. Л. МОЛЯРЕНКО¹

aipavlovsky@mail.ru

¹*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,*

г. Гомель, Беларусь,

galkin-alexandr@yandex.ru

²*Витебский государственный университет имени П. М. Машерова,*

г. Витебск, Беларусь,

kosinova777@yandex.ru

³*ФБГОУ ВО Воронежский государственный университет,*

г. Воронеж, Россия

Аннотация. Рассмотрены некоторые пространственные закономерности загрязнения депонирующих (почвы, поверхностные грунты, донные отложения) и транзитных сред (водная и воздушная среды) в пределах одного из основных горнопромышленных производств Республики Беларусь – ОАО «Гомельский химический завод» и зоны