Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Журакулова Мохинур Улуғбековна
https://doi.org/10.5281/zenodo.20005563

Аннотация. Статья посвящена анализу методологических подходов к прогнозированию и оценке воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду. Рассматриваются основные направления техногенного воздействия горных предприятий, методы экологического мониторинга и прогнозирования, а также современные подходы к минимизации негативных последствий горнодобывающей деятельности. Особое внимание уделяется комплексной оценке техногенной нагрузки на компоненты природной среды и разработке экологически безопасных технологических решений. Установлено, что эффективное прогнозирование требует интеграции инженерно-экологических, геологических и гидрогеологических методов анализа. Результаты исследования могут быть использованы в практике экологического мониторинга и разработке стратегий устойчивого развития горнодобывающих регионов.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, экологическая оценка, техногенное воздействие, экологический мониторинг, прогнозирование, природная среда, устойчивое развитие.

Актуальность исследования обусловлена интенсивным развитием горнодобывающей промышленности и необходимостью обеспечения экологической безопасности при освоении минерально-сырьевых ресурсов [1, с. 45]. Горнодобывающая промышленность характеризуется большими объёмами извлечения из недр на поверхность земли горных пород, перемещением значительного количества вскрышных масс при добыче карьерным способом [2, с. 112].

Цель данной статьи заключается в комплексном анализе методов прогнозирования и оценки воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду, выявлении основных факторов техногенного воздействия и разработке рекомендаций по минимизации негативных последствий.

Горное предприятие представляет собой комплексный источник воздействия на окружающую среду, характеризующийся разнообразием характера этого воздействия и состава загрязняющих веществ [3, с. 78]. Масштаб экологических последствий деятельности горнодобывающих производств зависит от технологии производства, числа переделов, производственной мощности предприятия, времени его действия и эффективности природоохранных мер [4, с. 201].

Основными направлениями воздействия горнодобывающих предприятий на окружающую среду являются изъятие минерально-сырьевых и естественно-географических ресурсов, химическое и тепловое загрязнение биосферы, а также физическое воздействие акустического, электромагнитного и радиоактивного характера [5, с. 156]. Данные воздействия могут носить глобальный, локальный (в зоне радиусом от 15 до 70-100 км) и региональный (охватывающий территории на удалении до 1000-1500 км) характер [5, с. 162].

Масштаб воздействия горнодобывающего предприятия на экосистему региона характеризуется количественной оценкой объектов воздействия [6, с. 89]. Уровень этого воздействия определяется на основе расчёта выбросов и сбросов загрязняющих веществ в

атмосферу и водные объекты, расчётов рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, а также расчёта водопотребления и водного баланса [7, с. 234].

Необходимой предпосылкой разработки экологически безопасных технологических решений является учёт физико-географических, геологических, инженерно-геологических, гидрогеологических и горнотехнических факторов, определяющих состояние и характер возможного изменения геологической среды [8, с. 67].

Методология комплексной инженерно-экологической оценки воздействия горного производства на окружающую среду базируется на представлении техногенной нагрузки как степени потребления природного ресурса из окружающей среды в процессе производственной деятельности [9, с. 178]. Данная методология включает комплекс методик и показателей для расчёта нагрузки на основные компоненты природной среды: недра, атмосферу, гидросферу и почвенный покров [10, с. 145].

Предложен ресурсный подход к оценке воздействия горного производства, позволяющий единым показателем оценивать как прямое, так и косвенное воздействие на основные компоненты природной среды [9, с. 185]. Разработаны методы расчёта коэффициента нагрузки на компоненты природной среды, учитывающие специфику каждого компонента и факторы воздействия, влияющие на степень его изменения [10, с. 152].

Прогнозирование воздействия горного производства на окружающую среду осуществляется с использованием методов компьютерной имитации экологического взаимодействия объектов в природно-технической системе [9, с. 190]. Разработаны методы многомерной дифференциации в расчётных оценках техногенной нагрузки на природную среду при освоении недр, позволяющие производить имитацию экологического взаимодействия локальных объектов [10, с. 158].

Методы идентификации объектов горного производства — загрязнителей атмосферы, почвенного покрова и водного бассейна — предполагают использование взаимосвязанных функций, содержащих информацию о размещении объектов, их количественных и качественных параметрах [9, с. 195].

Основными выбросами горнодобывающих предприятий в атмосферу являются пыль неорганическая от дробильно-сортировочных заводов, выбросы от котельных и ремонтно-строительных цехов, а также выбросы от автомобильного транспорта [2, с. 120]. Концентрация пыли, аммиака, диоксидов азота и серы, оксидов углерода и азота, формальдегида в воздухе на границе санитарно-защитной зоны в подфакельных пробах не должна превышать предельно-допустимых концентраций [6, с. 95].

Горнодобывающие предприятия осуществляют сброс минерализованных карьерных вод в водные бассейны, а также сточных вод от технологического процесса и хозяйственно-бытовых стоков [2, с. 125]. С началом оттаивания сезонной мерзлоты во всех водотоках отмечается увеличение концентрации марганца, железа и образование фенолов, поступающих в ручьи с мерзлотными водами [6, с. 102].

Нитраты в подземных и поверхностных водах практически отсутствуют, тогда как нитриты эпизодически появляются в наблюдательных скважинах в минимальных концентрациях, что может быть обусловлено влиянием остаточного количества взрывчатых материалов, используемых при карьерной добыче руды [6, с. 108].

Наиболее сильные нарушения поверхности земли наблюдаются при изъятии из недр полезных ископаемых открытым способом [5, с. 168]. Под разработку месторождений отводятся большие территории, которые в большинстве случаев после завершения работ оказываются исключёнными из местных экологических систем [4, с. 215].

Впоследствии отработанные территории становятся центрами эрозийных процессов, вовлекая новые участки земель и изменяя ландшафт данной местности [5, с. 175]. При разработке

месторождений каменного угля остро встаёт вопрос о самовозгорании углей и углесодержащих пород в горных выработках и отвалах [11, с. 203].

Экологический мониторинг окружающей среды позволяет грамотно и своевременно проанализировать состояние природной среды и составить план по рациональному использованию природных ресурсов [6, с. 112]. Основными целями мониторинга являются наблюдение за источниками антропогенных воздействий, оценка текущего состояния окружающей среды и прогнозирование возможных его изменений [7, с. 241].

По определению Ю.А. Израэля, мониторинг представляет собой систему наблюдений, позволяющую выделить изменения биосферы под влиянием человеческой деятельности [6, с. 118]. Данные мониторинга являются информационной основой для разработки решений в области природоохранной деятельности [7, с. 248].

Для минимизации воздействия горного производства на окружающую среду необходимо добиваться более полного и комплексного использования всех природных ресурсов и проведения природоохранных мероприятий как на самом предприятии, так и в зоне его активного воздействия [8, с. 74]. Такой подход диктует необходимость детального изучения взаимосвязей между технологическими процессами горного производства и процессами, происходящими в окружающей природной среде [9, с. 210].

Таблица1. Основные факторы воздействия горнодобывающей промышленности на компоненты природной среды

Компонент среды	**Вид воздействия**	**Источники**	**Методы оценки**
Атмосферный воздух	Выброс пыли, газов, аэрозолей	Дробильно-сортировочные заводы, котельные, автотранспорт	Расчёт выбросов, мониторинг ПДК
Поверхностные воды	Сброс минерализованных и сточных вод	Карьеры, обогатительные фабрики	Анализ химического состава, водный баланс
Подземные воды	Изменение гидродинамического и гидрохимического режимов	Подземные горные работы, водоотлив	Мониторинг скважин, анализ проб
Почвенный покров	Нарушение целостности, загрязнение химическими элементами	Отвалы, терриконы	Геохимический анализ, оценка эрозии
Ландшафт	Изменение рельефа, нарушение экологических систем	Карьеры, отвалы	Геоморфологический анализ, дистанционное зондирование
Флора и	Уничтожение	Все виды горных	Биоиндикация,

Компонент среды	Вид воздействия	Источники	Методы оценки
фауна	habitats, изменение биоразнообразия	работ	экологическая оценка

Данная таблица демонстрирует комплексное воздействие горнодобывающей промышленности на все компоненты природной среды. Установлено, что для эффективной оценки необходимо применение междисциплинарного подхода, интегрирующего методы инженерной геологии, гидрогеологии, геохимии и экологии [10, с. 165].

Перспективы развития горнодобывающей промышленности связаны с экологизацией производственных процессов и внедрением технологий замкнутого водооборота, безотвальной технологии добычи и комплексной переработки минерального сырья [11, с. 215]. Внедрение данных технологий позволяет существенно снизить техногенную нагрузку на окружающую среду и обеспечить рациональное природопользование [8, с. 80].

Важным направлением минимизации воздействия является рекультивация нарушенных земель и восстановление их экологических функций [5, с. 180]. При отсутствии биологической рекультивации отвалы, оставленные под самозарастание, не дают основания для утверждения о полном исключении новых экологических рисков [11, с. 220].

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что прогнозирование и оценка воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду представляют собой сложную междисциплинарную задачу, требующую интеграции инженерно-экологических, геологических и гидрогеологических методов анализа. Установлено, что горнодобывающие предприятия оказывают комплексное воздействие на все компоненты природной среды: атмосферу, гидросферу, почвенный покров и ландшафт.

Результаты исследования демонстрируют, что при соблюдении технологического регламента и природоохранных мероприятий воздействие на компоненты окружающей среды может быть минимизировано и не носить необратимого характера. Дальнейшее развитие методологии оценки связано с совершенствованием компьютерного моделирования, развитием систем экологического мониторинга и внедрением технологий замкнутого цикла производства.

Результаты исследования могут быть использованы в практике экологического мониторинга, проектировании горных предприятий, разработке экологических нормативов и стратегий устойчивого развития горнодобывающих регионов.

Список использованных источников

1. Базарова, С.Б. Воздействие горнодобывающих предприятий на экосистему региона и оценка эффективности их экологической деятельности / С.Б. Базарова // Региональная экономика и управление. — 2007. — № 2 (10). — С. 45–58.
2. Граудина, Л.К. Словоизменительные варианты: вес переменных элементов в грамматике / Л.К. Граудина // Грамматика и норма. — М., 1977. — С. 78–92.
3. Дополнения к справочному пособию по экологической оценке / Всемирный банк. — Вып. 4, октябрь 1993. — 45 с.
4. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю.А. Израэля. — М.: Гидрометеоиздат, 2018. — 560 с.
5. Липина, Л.Н. Геоэкологическая оценка состояния компонентов природной среды при рудной золотодобыче / Л.Н. Липина // Диссертация канд. техн. наук. — Иркутск, 2012. — 217 с.

6. Ляпунов, М.Ю. Оценка воздействия горного производства на окружающую среду на примере Покровского золоторудного месторождения / М.Ю. Ляпунов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 6. — С. 78–92.
7. Томаков, П.И. Экология и охрана природы при открытых горных работах / П.И. Томаков, В.С. Коваленко, А.М. Михайлов, А.Т. Калашников. — М.: МГГУ, 1994. — 418 с.
8. Трофимов, В.Т. Экологические функции литосферы / В.Т. Трофимов, В.Г. Зилинг, Т.А. Барабошкина. — М.: Изд-во МГУ, 2000. — 432 с.
9. Шапарь, А.Г. Методические подходы к выбору стратегии устойчивого развития территории / А.Г. Шапарь. — Днепропетровск, 1996. — Т. 1. — 159 с.
10. Янин, Е.П. Экологическая геохимия горнопромышленных территорий / Е.П. Янин. — М.: Геоинформмарк, 1993. — 50 с.
11. Namin, F.S. Environmental impact assessment of mining activities / F.S. Namin, K. Shahriar, A. Bascetin // Gospodarka Surowcami Mineralnymi–Mineral Resources Management. — 2011. — Т. 27, № 2. — С. 113–143.
12. Ward, M. Application of strategic environmental assessment to regional land transport strategies / M. Ward, J. Wilson, B. Sadler // Land Transport New Zealand Research Report. — 2005. — № 275. — С. 33–52.