

УДК 574.4

ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР И РЕАКЦИЯ РЕЦИПИЕНТОВ

Косолапов О. В.

Анализируются работы исследователей, посвященные проблеме техногенного воздействия на окружающую среду при добыче полезных ископаемых. В процессе анализа выполнена группировка всех работ на три блока: воздействия и их оценка; формирование последствий; экологическое нормирование как критерий, ограничивающий действие техногенных факторов. Сложность перехода на экологическое нормирование позволяет считать первостепенной проблему снижения антропогенной нагрузки на экосистемы, что делает особо интересными исследования в области экологически безопасных технологий.

Ключевые слова: воздействия; последствия; освоение недр; реципиенты; экологическое нормирование.

Первостепенным требованием экоустойчивого развития является обеспечение биосферосовместимости (согласование техногенной нагрузки с ассимиляционной способностью экосистем). В схематическом виде данное требование, обусловленное загрязнением, отражено на рис. 1. Важность исследований данной проблемы предопределяет их масштабность. В целом они могут быть подразделены на несколько блоков. Первый блок многочислен и объединяет в себе работы, посвященные формированию воздействий добывающих предприятий на окружающую среду, при этом воздействия рассматриваются с двух позиций: по источникам воздействия и/или по средам.

Виды воздействий увязываются с подземным и открытым способами разработки месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых, первичной переработкой рудного сырья, а также разработкой нефтяных и нефтегазовых месторождений. Источники воздействия могут быть передвижные и стационарные, рассредоточенные по площади и сосредоточенные. По динамике воздействия во времени они подразделяются на периодические и постоянные; по временному масштабу – на кратковременные, средневременные и долговременные. Согласно пространственному масштабу, выделяются локальные, местные, региональные и глобальные воздей-

ствия.

Учету подлежат также интенсивность воздействия, степень воздействия, опасность воздействия (превышение норматива ПДК, фона, кларка), площадь нарушенных земель и др. В свою очередь, объекты восприятия воздействия могут классифицироваться:

- по компонентам природной среды (атмосфера, почва, поверхностные и подземные воды, животный и растительный мир, литосфера);
- по критериям восстановления среды: самовосстанавливающиеся и несамовосстанавливающиеся;
- по устойчивости: устойчивые, относительно устойчивые, слабоустойчивые, неустойчивые и крайне неустойчивые.

При описании характера воздействий они обычно идентифицируются с набором процессов, необходимых для изъятия и доставки на поверхность части материальной литосферы, содержащей полезные компоненты, которые предоставляют собой хозяйственную ценность. Согласно [1] выделяют:

- добываемый материал литосферы, который может использоваться без какой-либо переработки (песок, глина, строительный камень и т. д.);
- добываемый материал литосферы, который требует переработки на поверхности (руды цветных и черных металлов);

– извлечение полезного компонента, осуществляемое без выдачи на поверхность материала-носителя (нефть, газ и др.).

В каждой из рассматриваемых схем добыча полезного ископаемого предполагает приращение свойств подвижности полезной составляющей литосферы либо путем изменения

ее физического состояния (перевод в другое агрегатное состояние, дезинтеграция), либо создания физических, химических условий для ее миграции.

Горная промышленность по результатам исследований оказывает воздействие на все компоненты природной среды, и хотя по

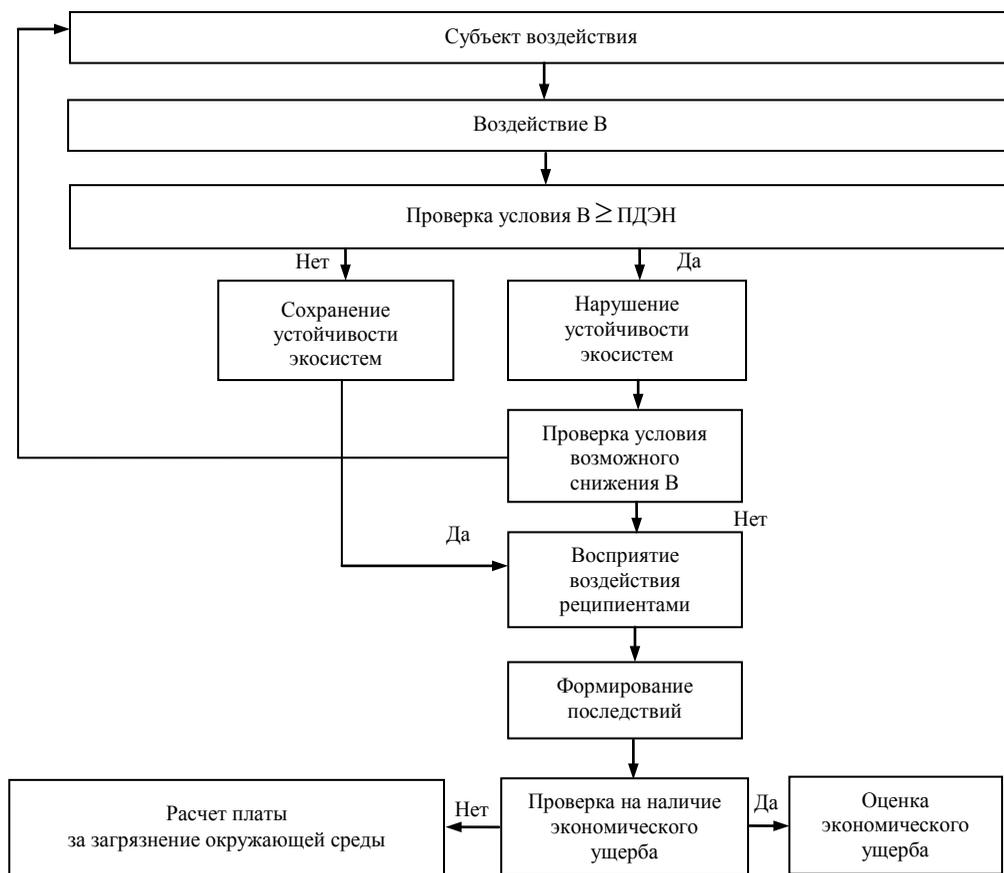


Рис. 1. Схема оценки биосферосовместимости техногенной нагрузки

интенсивности загрязнения природной среды и размерам нарушений площадей она не занимают лидирующих позиций, но для нее характерно перемещение огромного количества инертного вещества из литосферы в материковые и морские экосистемы, что приводит к существенному превышению темпов добычи полезного ископаемого и формирования отходов над темпами биопродуктивности материковых экосистем. Это в свою очередь обуславливает снижение ассимиляционных способностей биосферы [2].

К числу основных видов воздействия горных производств на окружающую среду обычно относят:

– загрязнение атмосферного воздуха пылегазовыми выбросами при буровзрывных и

транспортно-разгрузочных работах на карьерах, а также рудничной вентиляцией, пылением и самовозгоранием пород отвалов; для транспортных коммуникаций карьеров – пылегазовое загрязнение воздуха от движения автотранспорта и пылевого загрязнения от дефляции пород на транспортерах при конвейерных отвалах:

– отчуждение земель под промплощадку, под отвалы;

– нарушение ландшафта, деформация земной поверхности над выработанным пространством;

– воздействие на водный бассейн вследствие сброса загрязненных вод, стоков промплощадки; загрязнение продуктами выщелачивания отвальных пород;

- нарушение гидрологического режима при осушении месторождений и за счет водозабора;
- загрязнение почв продуктами выщелачивания и эрозии отвалов;
- загрязнение недр;
- нарушение геодинамического состояния массива горных пород;
- истощение минеральных, водных ресурсов.

Как показывает практика, в силу отличий природно-техногенного ресурсного цикла открытой и подземной геотехнологий по масштабам и времени, их воздействия на компоненты природной среды также неравнозначны. Воздействие подземной геотехнологии на окружающую среду по сравнению с открытой на порядок ниже, о чем свидетельствуют, в первую очередь, официальные данные. Во-первых, существенно меньше загрязнение атмосферного воздуха, так как объем одновременно взрываемых ВВ при скважной отбойке не превышает 100–150 т, в то время как при массивных взрывах в карьерах он составляет 200–1100 м. Масса взрываемых пород в карьерах достигает 2 млн т, а объем пылегазового облака 15–20 млн м³. Радиус загрязнения воздушного бассейна вокруг карьера может достигь 12–15 км. Во-вторых, подземный способ разработки отличается более низким уровнем воздействия на земельные ресурсы, чем открытый. Величина нарушенных земель при подземных работах составляет от 10–15 до 80–100 га, в то время как при открытых работах она исчисляется цифрами от 80–90 до 1700 га. Согласно [3], каждый миллион тонн добычи угля открытым способом сопровождается нарушениями 35–50 га земельных ресурсов. При равных исходных условиях при открытом способе разработки требуется приблизительно в 3,5 раз больше земельного отвала, чем при подземном [4]. Отвалы пустых пород, под размещение которых изымаются земельные площади на карьерах, в десятки раз превышают отвалы, формирующиеся на рудниках. Основной объект воздействия при подземной разработке – это недра.

Техногенные вторжения в литосферу приводят к изменению механических свойств материала литосферы (трещиноватость, напряженно-деформационное состояние и

т. д.), что сопровождается сдвижением горных пород, появлением в породном массиве нескольких зон, отличающихся характером и степенью деформирования пород. Чаще всего рассмотрению подлежит совокупное воздействие на тот или иной компонент природной среды, реже выделяются источники воздействия. Достаточно большой массив информации касается воздействия угольных шахт и разрезов на окружающую среду, месторождений строительного сырья и т. д. Наряду с обобщенными оценками воздействия имеют место исследования, конкретизирующие их для условий отдельных месторождений [5–7], районов или регионов [8–11] или специфических условий месторасположения месторождений (например, в криолитозоне [12], в условиях Севера [13, 14]). В ряде работ отображаются изменения среды под влиянием воздействий. Систематизация техногенных изменений недр выполнена в работах [1, 15, 16], нарушения гидросферы, гидрорежима отражены в работах [17, 18]. Наибольшее число исследований посвящено изменениям почв в связи с их загрязнением тяжелыми металлами – ТМ [11, 19, 20].

Второй блок исследований связан с изучением последствий, формирующихся у фитоценоза (растительность), наиболее чувствительного к воздействиям горнопромышленного комплекса, и населения. Естественно, что каждый вид растительности, в зависимости от степени его адаптации к ТМ, реагирует на загрязнение по-своему: заменяется состав ценозов, снижается бонитет и прирост, происходит усыхание и в конечном счете гибель растений. Как правило, самые существенные экологические изменения происходят на промплощадке, с удалением же от нее последствия для реципиентов постепенно уменьшаются.

Весьма полная картина трансформации экосистем дана в работе [21], где в качестве объекта воздействия выступает Среднеуральский медеплавильный завод. Теоретические основы трансформации природной среды под влиянием нефтедобывающих предприятий, в том числе закономерности изменения биоценоза представлены в работах [22, 23]. Выявлены особенности деградации лесных фито-

ценозов и травяных сообществ под влиянием антропогенной деятельности, связанной с освоением недр, последовательность техногенных смен в экосистемах (от фонового состояния до техногенной пустоши) по мере увеличения техногенных нагрузок.

Для последнего времени характерны также исследования, связанные с оценкой последствий антропогенных воздействий, формирующихся у населения, ибо по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), состояние здоровья населения в мире на 20–30 % зависит от степени решения проблем экологической безопасности. Существуют и другие оценки, в которых эта доля измеряется 40–50 % и 40–45 %. Наличие тесной взаимосвязи между уровнем загрязнения и изменением состояния здоровья населения подтверждают многочисленные исследования [24–27]. Работами исследователей [28] подтверждена зависимость частоты острой заболеваемости органов дыхания школьников от суммарного загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы, диоксидом азота и фенолом, а в работе [29] по биопробам выявлена положительная корреляционная связь между видами нефропатологии у детей и содержанием цинка, кадмия и железа в окружающей среде. Примеры, подтверждающие наличие указанной взаимозависимости, можно проводить и далее, так как они весьма многочисленны и красноречиво свидетельствуют о росте заболеваемости и смертности населения под влиянием загрязнения окружающей среды, обусловленного антропогенной деятельностью в процессе освоения ресурсов недр.

Самый малочисленный блок представлен работами, объектом исследования в которых выступает экологическое нормирование. Действующая в настоящее время система нормативов качества окружающей среды ориентирована на ограничение воздействия вредных факторов на человеческий организм, защита же экосистем требует установления нормативов, ориентированных на защиту биоты. Экологические нормативы в этом случае рассматриваются как критерии, ограничивающие действие техногенных факторов и обеспечивающие тем самым сохранение биоты экосистем [21, 30]. Обзор концепций экологического нормирования, выполненный в работе [21],

свидетельствует об этапности этих исследований. Первый этап связан с предысторией данной проблемы, постановкой, которую осуществили С. С. Шварц и Н. С. Строгонов. Второй этап характеризует развитие теоретических исследований по двум направлениям: модификация гигиенического нормирования (В. Б. Ильин, И. Г. Важенин, Ю. А. Изриэль и др.) и обоснование принципиально иных подходов (В. Д. Федоров, Ю. Г. Пузаченко, Д. А. Криволицкий, О. Ф. Садыков, Т. Д. Александрова и др.). Третий этап представляет собой период экспериментальных работ по анализу зависимости *доза–отклик* на экосистемном уровне.

Практика показывает, что могут иметь место две ситуации. Первая, когда элементы экосистемы обладают механизмом устойчивости, которые включаются последовательно в условиях антропогенного воздействия на экосистему. В результате экосистема долго противодействует нагрузке, а в последующем очень резко переходит в новое состояние (импактное, почти с нулевой жизнеспособностью). Пороговая реакция экосистемы позволяет обосновать объективный критерий предельной нагрузки. Переход из одного состояния в другое происходит при этом очень быстро, очень резко (ступенчато). В то же время при низкой устойчивости экосистемы данный переход имеет плавный характер, т. е. элементы экосистемы почти сразу теряют устойчивость и плавно отслеживают увеличение нагрузки. Подобный характер реакции экосистемы вуалирует зону перехода систем и затрудняет решение задачи экологического нормирования. Использование пороговости реакции биоты экосистем для обоснования экологических нормативов на сегодня является общепризнанным.

Необходимость данного подхода очевидна, сложность же заключается в том, что каждая из экосистем в силу специфических биологических сообществ предполагает наличие своего собственного предела величины техногенного воздействия. Ограниченность знаний о биологических изменениях в экосистемах и их разнообразие делают решение рассматриваемой проблемы практически невыполнимой. К числу недостатков методического подхода, связанного с экологическим

нормированием, относятся также трудоемкость и длительность процесса, в силу чего экологические нормативы могут быть разработаны в тот момент, когда необходимость в защите экосистемы уже отпадает [1].

Таким образом, первостепенной проблемой становится снижение антропогенной на-

грузки на экосистемы и обеспечение качества окружающей среды, что делает особенно интересными работы, в которых обосновываются методические подходы к биологической регламентации техногенных воздействий [1, 31, 32] и поэтапному переходу к экологически безопасным технологиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубецкий К. Н., Галченко Ю. П., Бурцев Л. И. Экологические проблемы освоения недр при устойчивом развитии природы и обществ. М.: Научтехлитиздат, 2003. 262 с.
2. Трубецкой К. Н., Галченко Ю. П. Минерально-сырьевой комплекс и естественная биота земли // Геохимия, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2002. № 6. С. 483–488.
3. Пашкевич М. А., Паршина М. В. Анализ экологической опасности объектов угольной промышленности // ГИАБ. 2007. № 11. С. 305–312.
4. Наумкин А. П., Мечиков О. С. Устранение негативных экологических последствий недропользования в границах земельных отводов горных и задействованных перерабатывающих предприятий // Маркшейдерский вестник 2009. № 2. С. 43–46.
5. Экологические аспекты открытой разработки Эльгинского каменно-угольного месторождения / О. Б. Бабенко [и др.] // Горный журнал. 2002. № 3. С. 71–74.
6. Лепихин А. П., Мирошниченко С. А. Техногенное воздействие Соликамско-Березовского промузла на поверхностные водные объекты // Горный журнал. 2008. № 10. С. 92–96.
7. Овчинникова Т. В., Уфлянд Г. С. Расширение северного медно-цинкового рудника без ущерба окружающей среде Северного Урала // Горный журнал. 2011. № 7. С. 31–34.
8. Вольперт Я. Л., Мартынова Г. А. Основные направления минимизации воздействия алмазодобывающей промышленности Якутии на окружающую среду // Горный журнал. 2011. № 1. С. 100–102.
9. Замана Л. В. Геологические последствия разработки рудных месторождений Забайкалья // Горный журнал 2011. № 3. С. 24–27.
10. Зверева В. П. Экологическая ситуация в Дальнегорском горнодобывающем районе Приморья // Горный журнал. 2006. № 4. С. 78–80.
11. Самарина В. П. Влияние горно-металлургического комплекса на состояние окружающей среды региона // Экология и промышленность России. 2007. № 7. С. 40–42.
12. Михайлов Ю. В., Коворова В. В., Морозов В. Н. Горнопромышленная экология. М.: Изд. центр «Академия», 2011. 336 с.
13. Игнатьева М. Н., Литвинова А. А., Косолапов О. В. Экономическая оценка экологических последствий освоения минеральных ресурсов // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 7. С. 13–16.
14. Пешков С. С., Насолец Н. Б. Проблема сохранения окружающей природной среды в условиях Севера при проектировании и строительстве новых объектов горнопромышленного комплекса // Горный журнал. 2002. № 7. С. 79–82.
15. Славиковский О. В., Славиковская Ю. О., Валиев Н. Г. Освоение минеральных ресурсов и проблемы восстановления недр. Технологии восстановления ландшафта местности и техногенных пустот недр. Екатеринбург: УГГУ, 2012. 208 с.
16. Трубецкой К. Н., Галченко Ю. П., Сабянин Г. В. Систематизация экологических последствий техногенного изменения недр в процессе их освоения // Геоэкология, инженерная геоэкология, гидрогеология, геокриология 2008. № 4. С. 291–300.
17. Аузина Л. И. Опыт оценки устойчивости подземной гидросферы с использованием комплексного показателя // Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Екатеринбург: УГГУ, 2009. С. 3–9.
18. Четверик М. С., Бубнова Е. А., Стаценко Н. М. Нарушение геологической среды при горных разработках и пути ее восстановления // Маркшейдерия и недропользование. 2008. № 4. С. 58–60.
19. Горшенина Е. Л. Взаимосвязь тяжелых металлов с химическим составом почв Оренбургской области // Эколого-геологические проблемы урбанизированных территорий: материалы II Всерос. науч.-практ. конф. Екатеринбург: УГГУ, 2009. С. 101–104.
20. Легостаева Я. Б., Мартынова Г. А. Анализ микроэлементного состава грунтов и почвогрунтов селитебных территорий Западной Якутии // Горный журнал. 2011. № 10. С. 86–89.
21. Воробейчик Е. Л., Садыков О. Ф., Фарафанов М. Г. Экологическое нормирование наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: УИФ, «Наука», 1994. 282 с.
22. Бузмаков С. А., Костарев С. М. Трансформация геосистем в районах нефтедобычи // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. № 5. С. 124–131.
23. Бузмаков С. А. Технология трансформации экосистем // Проблемы экологии, охраны природы и природопользования: сб. науч. тр. Пермь: Перм. ун-т, 2006. С. 26–51.
24. Быстрых В. В. Комплексная гигиеническая оценка загрязнения окружающей среды промышленного города и показателей здоровья новорожденных: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Оренбург, 1995. 23 с.
25. Гуревич В. Б. Системный подход к управлению экологически обусловленным риском для здоровья населения на примере предприятий алюминиевой промышленности: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2008. 19 с.
26. Куриленко Е. А. Методика оценки негативного влияния промышленных выбросов на состояние здоровья населения (на примере г. Усть-Каменогорска): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Алма-Ата, 2008.
27. Эколого-экономический анализ, программное обеспечение и снижение эколого-экономического ущерба / В. Г. Лисиенко [и др.]. Екатеринбург: УГГУ – УПИ, 2005. 310 с.
28. Вепринцев В. В., Плотко Э. Г., Насыбуллина Г. М. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха выбросами предприятий горной металлургии на здоровье школьников методом распознавания образов // Эколо-

гическая безопасность промышленных регионов: материалы Первого Урал. Междунар. эколог. конгресса. Екатеринбург: МАНЭБ, 2007. Т. II. С. 61–65.

29. Загрязнение окружающей среды и заболеваемость населения Севера России / В. А. Черешнев [и др.] // Геология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2008. № 2. С. 99–108.

30. Израэль Ю. А., Семенов С. Н., Купина И. М. Экологическое нормирование: методология и практика // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., 1992. С. 122–125.

31. Галченко Ю. П., Хишиктуев С. В. О методических подходах к проблеме биологического нормирования площадей техногенного разрушения естественной биоты при строительстве горнодобывающих предприятий // Экологические системы и приборы. 2001. № 4. С. 16–21.

32. Трубецкой К. Н., Галченко Ю. П. Принцип построения экологически безопасных технологий // Горный вестник. 1999. № 4/5. С. 21–28.

Поступила в редакцию 16 января 2014 г.

Косолапов Олег Вениаминович – кандидат экономических наук, начальник Управления по недропользованию по Оренбургской области. 460000, г. Оренбург, пер. Парковый, 6.
E-mail: nedra1958@mail.ru