

№ 2623

С.В. Чмыхалова

# **Горнопромышленная экология**

Учебное пособие

**№ 2623**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра горнопромышленной экологии

С.В. Чмыhalова

# Горнопромышленная экология

Учебное пособие

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2016

УДК 622  
Ч74

Рецензент  
д-р техн. наук, проф. *Г.Г. Ломоносов*

**Чмыхалова С.В.**

Ч74 Горнопромышленная экология : учеб. пособие / С.В. Чмыхалова. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2016. – 111 с.  
ISBN 978-5-87623-955-6

Рассмотрены вопросы взаимодействия горного производства и окружающей среды. Изложен современный подход к оценке влияния горного производства на окружающую среду. Раскрыты основные понятия об окружающей среде. Рассмотрены основные методы защиты окружающей среды от воздействия горного производства. Даны представления об основных методах государственного управления состоянием окружающей среды.

Предназначено для бакалавров, специалистов, магистров, выполняющих научные исследования в рамках учебного процесса, а также для широкого круга читателей.

**УДК 622**

ISBN 978-5-87623-955-6

© С.В. Чмыхалова, 2016  
© НИТУ «МИСиС», 2016

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1. Горнодобывающие предприятия – источник загрязнения окружающей среды .....	8
1.1. Общие сведения о способах добычи полезных ископаемых и их особенностях .....	8
1.2. Горное предприятие как сложная природно-техническая система .....	11
1.3. Структурный и ресурсно-экологический анализ горного производства .....	15
1.4. Воздействие горного производства на окружающую среду .....	24
1.5. Общие представления о качестве полезных ископаемых. Влияние качества полезных ископаемых на состояние окружающей среды .....	29
1.6. Балансовый метод количественного определения отходов горно-обогатительного комбината .....	36
Контрольные вопросы и задания .....	48
2. Основные геосферные оболочки земли, их загрязнение в результате хозяйственной деятельности .....	49
2.1. Основные геосферные оболочки Земли .....	49
2.2. Загрязнение окружающей среды .....	54
2.3. Загрязнение атмосферы .....	57
2.4. Загрязнение гидросферы .....	60
2.5. Загрязнение литосферы. Понятие геологической среды с ресурсно-экологических позиций .....	65
Контрольные вопросы .....	69
3. Защита окружающей среды от антропогенного воздействия .....	70
3.1. Система мероприятий по экономии природных ресурсов, и защите окружающей природной среды от техногенных загрязнений .....	70
3.2. Методы очистки воздуха от вредных газообразных примесей .....	74
3.3. Защита гидросферы .....	81
3.4. Рекультивация нарушенных земель. Защита земельных ресурсов .....	89
Контрольные вопросы .....	97
4. Система управления природоохранной деятельностью .....	98
4.1. Общие вопросы управления охраной окружающей среды .....	98
4.2. Регламентация воздействия на окружающую среду .....	98
Контрольные вопросы .....	106
Библиографический список .....	107

## ВВЕДЕНИЕ

Термин «Горнопромышленная экология» включает два взаимосвязанных и взаимозависимых понятия.

Первое понятие – **горное дело**. В литературе встречается достаточно много определений этого понятия. Приведем в качестве примера одно из них, которое на сегодняшний день достаточно часто употребляется.

**Горное дело** (англ. *mining engineering*) – сфера человеческой деятельности, связанной с освоением и использованием недр Земли. Включает все виды воздействия людей на земную кору, прежде всего с целью извлечения полезных ископаемых, их первичной переработки, а также научные исследования, связанные с технологиями горного производства [60].

В современном понимании понятие **горное дело** кроме деятельности человека по добыче полезных ископаемых (угольные, рудные и нерудные шахты, скважинная добыча, открытые горные работы, обогащательные фабрики, научно-исследовательские работы, связанные с горными технологиями) включает и деятельность человека по строительству городских подземных сооружений, подземных сооружений для промышленного, сельскохозяйственного, культурного и оборонного назначения, объектов тепло- и электроснабжения.

С учетом этого можно сформулировать понятие горного дела как область деятельности человека по освоению недр Земли, которое включает извлечение полезных ископаемых и их первичную переработку, строительство городских подземных сооружений, а также возведение подземных сооружений для промышленного, сельскохозяйственного, культурного и оборонного назначения.

Горные (или горнодобывающие) предприятия имеют ряд специфических особенностей, которые выделяют их из общего представления о промышленных предприятиях. К этим особенностям относятся масштабные механические разрушения и преобразование ландшафта и геологической среды в технологическом процессе добычи полезных ископаемых. Из захороненного состояния в геологической среде полезные ископаемые и сопутствующие горные массы извлекаются в природно-антропогенную среду под действием определенных технологических операций и распространяются в ней на огромные территории [19].

Второе понятие – **экология**. Термин впервые предложил немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 г. в книге «Общая морфология организмов» («*Generelle Morphologie der Organismen*»).

**Экология** (др.-греч. *oikos* – обиталище, жилище, дом, имущество и *logos* – понятие, учение, наука) – наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой [60].

Развитие техники и технологий в XX веке и рост населения планеты привели к снижению биоразнообразия, уменьшению численности живых существ, увеличению потребляемых природных ресурсов. Возникла необходимость в изучении и исследовании среды обитания человека с разных точек зрения, что несколько изменило определение термина **экология**. Большой вклад в развитие экологии как науки внесли такие великие ученые, как В.И. Вернадский, В.В. Докучаев, Ю.П. Одум, А.Дж. Тенсли, Н.В. Тимофеев-Ресовский, Г.Ф. Гаузе, Н.Ф. Реймерс, Н.Н. Моисеев, А.Л. Яншин, Ю.А. Израэль и др.

Необходимо отметить и современных ученых-экологов: В.И. Данилов-Данильян – член-корреспондент РАН, директор Института водных проблем РАН (с 2003 г.), известный ученый в области экономики природопользования, экономико-математического моделирования, теории устойчивого развития, экологии; И.Е. Честин – член Комиссии Общественной палаты по экологической безопасности и охране окружающей среды, директор Всемирного фонда дикой природы России; А.В. Яблоков – эколог, ученый с мировым именем и активный общественно-политический деятель.

Современное значение термина **экология** – «наука о совместном развитии человека, сообществ людей в целом и окружающей среды (включающей все остальные организмы), изучающая биотические механизмы регуляции и стабилизации окружающей среды, механизмы, обеспечивающие устойчивость жизни. Экология исследует причины нарушения этих механизмов, возникновение экологических проблем и предлагает способы их преодоления, которые бы обеспечивали устойчивость окружающей среды и существование человечества [57].

Горнопромышленный комплекс нашей страны – важнейший базовый элемент народного хозяйства – играет определяющую роль в народном хозяйстве и является поставщиком большей части минерального сырья и топлива.

Горное производство технологически взаимосвязано с процессами воздействия человека на окружающую среду с целью обеспечения сырьевыми и энергетическими ресурсами различных сфер хозяйственной деятельности.

Вместе с тем производственная деятельность горнопромышленного комплекса оказывает значительное воздействие на окружающую среду: в атмосферу выбрасывается огромное количество вредных веществ, в водоемы сбрасываются загрязненные сточные воды, а на поверхности земли складываются твердые отходы горного производства.

Проф. М.Е. Певзнер обобщил предыдущий опыт в исследованиях влияния горного производства на окружающую среду, впервые в 1978 г. им было предложено понятие «горная экология». Он определил тогда горную экологию как новое направление, изучающее закономерности воздействия человека на окружающую среду в сфере горного производства [31].

Уже в этом определении заложено понятие «горное производство».

Цель этого направления, сформулированная М.Е. Певзнером, – «разработка научных основ экологически безопасного горного производства и рекомендаций по их практической реализации».

Горная экология изучает закономерности воздействия человека на окружающую среду в сфере горного производства, и в первую очередь взаимосвязь физических и химических процессов, лежащих в основе добычи и переработки полезных ископаемых, с кругооборотом вещества и энергии в биосфере.

Однако термин «горнопромышленная экология» более точно передает смысл дисциплины, так как в нем уже заложена основная цель курса – изучение взаимосвязи горного производства с окружающей средой, определение влияния горного производства на окружающую среду, отклик окружающей среды на эти воздействия и последствия этого воздействия для окружающей природной среды и человека.

В [18] приведено следующее определение горнопромышленной экологии: «Горнопромышленная экология – новое направление в образовательном процессе горных инженеров, связанное с изучением вопросов как экологии в «чистом» виде, так и с технологией горного производства в полном его объеме – от подземного и открытого способов добычи полезных ископаемых до обогащения и шахтного и подземного строительства, скважиной добычи полезных ископаемых. Обеспечение экологической безопасности в горном производстве – сложная задача, связанная с решением многих проблем, требующих комплексного подхода. Горнопромышленная экология – основа экологического образования горных инженеров всех профилей».

Таким образом, **предметом горнопромышленной экологии** является изучение научных основ влияния механических, физических,

химических процессов добычи и переработки полезных ископаемых на состояние окружающей природной среды, а также вопросы применения инженерных средств и способов защиты окружающей среды для снижения этого воздействия, учет влияния условий окружающей среды на выбор решений при проектировании, строительстве, эксплуатации (способ осушения месторождения, способ выемки горной массы, размещение отходов производства, выбор средств механизации и транспортирования горной массы и др.) и ликвидации (модернизации) горных предприятий.



# 1. ГОРНОДОБЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ – ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## 1.1. Общие сведения о способах добычи полезных ископаемых и их особенностях

Извлечение полезных ископаемых из литосферы необходимо для функционирования всех видов промышленного производства. Полезные ископаемые используются в промышленном производстве, сельском хозяйстве, производстве строительных материалов, пластмасс, композитов, тепловой и электроэнергии, топлив и других видов продукции.

Основные способы добычи полезных ископаемых из недр – открытый, подземный и скважинный.

**Открытые горные работы** (англ. *surface mining*) – способ добычи полезных ископаемых с поверхности земли с помощью горных выработок, находящихся под открытым небом [60].

В зависимости от формы и положения залежи полезного ископаемого относительно земной поверхности по классификации академика В.В. Ржевского выделяют пять основных видов открытой разработки месторождений [37]:

*Разработки поверхностного вида.* К ним относится большинство разработок россыпей, природных строительных горных пород, значительная часть угольных и небольшая часть рудных разработок при горизонтальном и пологом залегании залежей. Характеризуется разработкой месторождения на полную мощность вскрыши и полезного ископаемого. Вскрышные породы размещаются в отработанном пространстве карьера. Внешние отвалы устраиваются при строительстве карьеров, а также при особых горногеологических и технологических условиях отработки месторождения полезных ископаемых.

*Разработки глубинного типа.* К ним относится большая часть рудных, нерудных и частично угольных разработок при наклонном и крутом падении залежей. Характерна выемка вскрышных пород и полезного ископаемого слоями в нисходящем порядке.

*Разработки нагорного типа.* К ним относятся открытые разработки различных руд, иногда разработки горно-химического сырья, строительных горных пород и угля. Залежи расположены значительно выше основного уровня поверхности. Характерно перемещение вскрышных пород и добытого полезного ископаемого на более низкие отметки сверху вниз.

*Разработки нагорно-глубинного типа.* К ним относятся открытые разработки различных руд, горно-химического сырья, строительных горных пород и угольные разработки при сложном рельефе поверхности карьерного поля. Характерны для сложных рельефов поверхности карьерного поля.

*Разработки подводного вида.* В этом случае залежи расположены под водой. Покрывающие породы обычно имеют относительно небольшую мощность.

*Освоение новых месторождений,* или подготовка к вскрытию очередных участков карьерного поля, начинается с подготовки поверхности. Она включает в себя работы по вырубке леса, корчеванию пней, отводу рек и ручьев, а также удаление и складирование почвенного слоя, выравнивание поверхности, создание специальных площадок для монтажа горного оборудования, сооружение подъездов и дорог (автомобильных или железных) и другие работы, необходимые при освоении месторождения.

Следующий шаг – проведение *горно-капитальных работ.* К ним относятся горные работы по удалению покрывающих и вмещающих залежь вскрышных пород, созданию капитальных и разъездных траншей и котлованов и другие работы, которые позволяют начать систематическое выполнение вскрышных и добычных работ в соответствии с принятым проектом.

Горно-капитальные работы, выполняемые в период строительства карьера до его эксплуатационного периода, называются горно-строительными работами.

*Эксплуатационные горные работы* подразделяются на:

– вскрышные работы – выемка и перемещение в отвалы пустых пород с подготовкой к разработке и вскрытием запасов полезного ископаемого;

– добычные работы – выемка и доставка добытого полезного ископаемого на перегрузочные пункты, склады или потребителю.

Заключительной стадией разработки месторождения, связанной с исчерпанием запасов или с необходимостью перехода на подземный способ разработки, является период затухания (погашения) горных работ [37].

*«Технологические процессы* открытой разработки месторождений представляют собой совокупность технологических процессов подготовки горных пород к выемке, отделения их от массива, направленного изменения крупности и качественных характеристик пород,

погрузки и перемещения полезных ископаемых к местам дальнейшей переработки или потребителям, вскрышных пород к отвалам и их отвалообразование» [34].

Для этого выполняется комплекс технологических операций:

1. Подготовка горных пород к выемке, под которой понимается отделение горных пород от массива и их рыхление. При скальных породах отделение горных пород производится с помощью буровзрывных работ.

2. Погрузка горной массы в транспортные средства, которая осуществляется с помощью различных подъемно-транспортных механизмов: экскаваторов, погрузчиков, роторных комплексов и др.

3. Транспортирование горной массы, для чего используются различные виды транспорта: железнодорожный, автомобильный и конвейерный, а также скиповые подъемники, гидравлический транспорт и подвесные канатные дороги.

4. Отвалообразование – размещение пустых пород в отвалах, планирование отвалов, их рекультивация.

Все эти процессы должны быть организационно и количественно увязаны между собой таким образом, чтобы обеспечить возможность формирования погоризонтных и общекарьерных грузопотоков. В качестве одного из главных параметров выбирается производительность карьера, зависящая от различных технологических и природных факторов.

***Подземные горные работы, подземная разработка месторождений полезных ископаемых*** – это способ добычи полезных ископаемых в недрах Земли путем проведения системы подземных горных выработок без нарушения дневной поверхности [14].

Подземная добыча твердых полезных ископаемых включает в себя два существенно различающихся вида горных технологий [29]:

– *подземную разработку пластовых месторождений*, объектами производства которой являются пластовые залежи с относительно небольшой прочностью полезных ископаемых и вмещающих горных пород;

– *подземную разработку рудных и нерудных месторождений*, для которой характерны более сложная форма и структура рудных тел, а сами полезные ископаемые и вмещающие горные породы – главным образом прочные скальные.

Разработка пластовых месторождений чаще осуществляется машинным способом с применением различного типа комбайнов и дру-