

В.А. Ермолов
Г.Б. Попова
В.В. Мосейкин
Л.Н. Ларичев
Г.Н. Харитоненко

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

*Под редакцией
профессора В.А. Ермолова*

Издание 4-е, стереотипное

*Рекомендовано
Министерством образования и науки РФ
в качестве учебника для студентов
высших учебных заведений, обучающихся
по направлению «Горное дело» по специальностям
«Подземная разработка полезных ископаемых»,
«Обогащение полезных ископаемых»*

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»
♦
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА
2 0 0 9

ГЕОЛОГИЯ



УДК 553.3/9(075.8)

ББК 26.325

Е 74

Книга соответствует «Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых» СанПиН 1.2.1253—03, утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г. (ОСТ 29.124—94). Санитарно-эпидемиологическое заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 77.99.60.953.Д.012634.11.08

Рецензенты:

- кафедра геологии Кузбасского государственного технического университета (зав. кафедрой геологии д-р техн. наук, проф. Ю.В. Лесин);
- д-р геол.-минер. наук, проф. М.В. Голицын (геологический факультет МГУ)

Ермолов В.А., Попова Г.Б., Мосейкин В.В., Ларичев Л.Н., Харитоненко Г.Н.

Е 74 Месторождения полезных ископаемых: Учеб. для вузов / Под ред. В.А. Ермолова. — 4-е изд., стер. — М.: издательство «Горная книга», Издательство Московского государственного горного университета, 2009. — 570 с.: ил. (ГЕОЛОГИЯ)

ISBN 978-5-98672-123-1 (в пер.)

ISBN 978-5-7418-0569-5

Приведены общие сведения о месторождениях полезных ископаемых и площадях их распространения, обобщены данные по вещественному составу, морфологии и условиям залегания тел полезных ископаемых. Дана современная генетическая классификация месторождений, описаны процессы и условия их образования, охарактеризованы различные месторождения эндогенной, эндогенно-экзогенной и экзогенной серии. Рассмотрены свойства, области применения, запасы и горно-геологические условия месторождений металлических, неметаллических и горючих ископаемых. Изложены методика и технология геологоразведочных работ, геолого-промышленная оценка месторождений на разных стадиях их промышленного освоения.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Горное дело» по специальностям «Подземная разработка полезных ископаемых», «Обогащение полезных ископаемых».

УДК 553.3/9(075.8)

ББК 26.325

ISBN 978-5-98672-123-1

ISBN 978-5-7418-0569-5

© Коллектив авторов, 2007, 2009

© Издательство «Горная книга», 2007, 2009

© Издательство МГГУ, 2007, 2009

© Дизайн книги. Издательство МГГУ, 2007, 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современный период экономического и социального развития России ставит перед геологической отраслью задачи укрепления и расширения минерально-сырьевой базы страны, повышения эффективности и качества подготовки к освоению разведанных запасов полезных ископаемых; предусмотрено ускорение внедрения прогрессивных методов поисков и разведки полезных ископаемых, повышение уровня научного обоснования прогнозов и геолого-экономической оценки месторождений, более широкое и эффективное использование геофизических и геохимических методов исследований, аэровысотных и космических средств для изучения поверхности Земли и ее недр. В предстоящем периоде особое внимание уделяется поискам и разведке высококачественных руд для черной и цветной металлургии, сырья для производства минеральных удобрений и строительных материалов, месторождений коксующегося и энергетического угля, особенно пригодных для разработки открытым способом.

В связи с изложенным становится очевидным значение геологии в научно-техническом прогрессе горнодобывающей промышленности, в охране и рациональном использовании недр и природы в целом. Вот почему геологическое образование является одним из важнейших элементов подготовки современного горного инженера, способного при постоянно усложняющихся горно-геологических условиях успешно решать проблемы хозяйственного освоения недр Земли. Геология всесторонне изучает природную среду, к которой приурочено горное производство. Освоение минеральных ресурсов недр становится невозможным без знания и учета природных условий разработки месторождений полезных ископаемых.

В структуре геологической подготовки студентов горных специальностей курс «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» занимает ведущее место. Он призван дать систематический анализ условий образования месторождений полезных ископаемых, создать целостное представление о со-

стоянии и перспективах развития минерально-сырьевой базы горнодобывающей промышленности. Этот курс имеет и мировоззренческое значение, поскольку способствует формированию материалистического понимания природы, становлению природоохранных концепций ее освоения.

В книге последовательно рассматриваются общие сведения о полезных ископаемых, факторы и условия, определяющие горно-геологические условия их освоения, приведена унифицированная генетическая систематика месторождений, а также состояние и вопросы использования сырьевой базы различных видов твердых полезных ископаемых — металлических, неметаллических и горючих. Значительный раздел книги содержит сведения о разведке и геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых.

В книге предисловие, главы 1, 6—8 написаны проф. В.А. Ермоловым, введение, глава 2 — проф. Г.Б. Поповой, глава 3, 4 — проф. В.А. Ермоловым, доц. В.В. Мосейкиным, доц. Л.Н. Лиричевым, проф. Г.Н. Харитоненко, глава 5 — доц. Л.Н. Ларичевым.

При подготовке учебника использованы материалы проф. В.В. Ершова, проф. И.В. Еремина, доц. Е.М. Тихомирова. Авторы выражают глубокую благодарность Т.Н. Базановой, В.П. Зервандовой, О.А. Плотниковой и И.А. Честной за помощь при подготовке рукописи к изданию.

ВВЕДЕНИЕ

Учение о месторождениях полезных ископаемых представляет собой прикладную дисциплину геологического цикла наук, изучающую месторождения как геологические явления. К основным задачам учения относится изучение условий образования месторождений полезных ископаемых и закономерностей их распространения в земной коре.

Эти задачи, теоретические по своему характеру, имеют большое практическое значение, поскольку от генезиса месторождений зависят их основные геолого-промышленные характеристики: условия залегания, форма и размеры тел полезных ископаемых, вещественный состав и структурно-текстурные особенности. В свою очередь названные параметры определяют рациональные направления и эффективность поисково-разведочных и эксплуатационных работ, схему переработки добытого минерального сырья.

Являясь отраслью геологии, учение о месторождениях полезных ископаемых тесно связано с другими геологическими науками; например, связь с петрографией объясняется тем, что месторождения представляют собой части более крупных массивов горных пород; знания минералогии и геохимии необходимы для изучения состава полезных ископаемых, закономерностей рассеяния и концентрации компонентов, приводящих в конкретных условиях к образованию или разрушению месторождений.

Поскольку формирование месторождений всегда происходит на фоне каких-то более общих геологических процессов, протекающих в пределах отдельных участков земной коры, обладающих теми или иными особенностями строения и развития, учение о месторождениях полезных ископаемых тесно соприкасается с такими геологическими науками, как динамическая и структурная геология, геотектоника. Кроме того, полное познание геологической обстановки невозможно без детально-

го исследования гидрогеологических и инженерно-геологических условий.

Из негеологических наук учение о месторождениях полезных ископаемых теснее всего связано с физической химией, законы которой нередко используются при анализе природных процессов минералообразования. Знания в области математики, особенно таких ее разделов, как теория вероятностей и математическая статистика, необходимы для обработки геолого-разведочных данных и обоснованной интерпретации полученных результатов. Учение о месторождениях полезных ископаемых является геолого-экономической наукой, поскольку каждое месторождение на всех стадиях освоения — от поисков и разведки до эксплуатации — должно получить достоверную экономическую оценку его народнохозяйственного значения.

Краткий исторический очерк. Формирование и развитие учения о геологии месторождений полезных ископаемых тесно связано с возникновением горных промыслов и последующим совершенствованием горного дела. Развитие различных отраслей горной промышленности основывалось на выявлении полезных ископаемых и служило стимулом для их познания. Накопление знаний вело к постепенному становлению учения о месторождениях полезных ископаемых, методах их поисков и разведки.

С глубокой древности человек использовал для бытовых целей различные минералы и горные породы. Сначала люди стали применять разнообразные неметаллические полезные ископаемые: кремнь, кварц, роговик, кварцит, известняк, глину, каменную соль. Постепенно осваивались и металлы. Первобытные люди научились пользоваться метеоритным железом, самородными медью и золотом, позднее стали выплавлять олово, медь, железо. История применения золота насчитывает не менее 14 тысячелетий. Нефть служила топливом уже в бронзовом веке, в четвертом — шестом тысячелетиях до н.э. Позднее, но еще до нашей эры, в обиход человека вошел и уголь.

На территории нашей страны добыча меди, олова, золота и серебра началась за несколько тысяч лет до нашей эры. Следы древних разработок обнаружены на Урале, Алтае, в Сибири,

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Введение	7

Глава 1

Общие сведения о месторождениях полезных ископаемых

15

1.1. Основные понятия и определения	15
1.2. Горно-геологические условия освоения месторождений полезных ископаемых	20
1.2.1. Морфологические характеристики тел полезных ископаемых ...	20
1.2.2. Качественные характеристики полезных ископаемых	30
1.2.3. Гидрогеологические и инженерно-геологические факторы и показатели освоения месторождений	42

Глава 2

Генетические типы

месторождений полезных ископаемых

51

2.1. Условия образования месторождений	51
2.2. Магматические месторождения	64
2.3. Пегматитовые месторождения	73
2.4. Гидротермальные месторождения	79
2.5. Контактново-метасоматические месторождения	88
2.6. Метаморфизованные и метаморфические месторождения	97
2.7. Вулканогенно-осадочные месторождения	102
2.8. Гидротермально-осадочные (стратиформные) месторождения	107
2.9. Месторождения выветривания	111
2.10. Осадочные месторождения	122

Глава 3

Промышленные типы месторождений

металлических полезных ископаемых

и георногеологические условия их освоения

143

3.1. Железо	145
3.2. Марганец	166
3.3. Хром	171
3.4. Никель и кобальт	175
3.5. Вольфрам и молибден	185
3.6. Алюминий	195
3.7. Медь	204
3.8. Олово	221
3.9. Свинец и цинк	227

3.10. Сурьма и ртуть	233
3.11. Золото	240
3.12. Уран	254
3.13. Бериллий	257
3.14. Тантал и ниобий	259
3.15. Литий	261
3.16. Редкоземельные элементы	262

Глава 4

Промышленные типы неметаллических полезных ископаемых и горногеологические условия их освоения

273

4.1. Драгоценные, поделочные и технические камни	276
4.2. Графит	287
4.3. Слюда	290
4.4. Асбест	296
4.5. Тальк	302
4.6. Флюорит	305
4.7. Магnezит и брусит	307
4.8. Цеолиты	309
4.9. Минеральные соли	312
4.10. Фосфатное сырье	315
4.11. Серное сырье	320
4.12. Диатомиты, трепелы, опоки	324
4.13. Естественные каменные строительные материалы	326
4.14. Карбонатные породы	333
4.15. Песок и песчано-гравийные материалы	339
4.16. Глины и каолины	347
4.17. Сапропели	356
4.18. Техногенные месторождения	365

Глава 5

Твердые горючие ископаемые

377

5.1. Общие сведения	377
5.2. Основные показатели качества, состава и свойств горючих ископаемых	383
5.3. Классификация и основные направления использования углей	404
5.4. Морфология угольных пластов	439
5.5. Угленосная толща	451
5.6. Общая характеристика угольных месторождений	453

Глава 6

Разведка месторождений полезных ископаемых

469

6.1. Система геологического изучения недр	469
6.2. классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых	471
6.3. Геологическая съемка и поиски	476
6.4. Методология разведки месторождений полезных ископаемых	479
6.4.1. Задачи разведки	479

6.4.2. Принципы разведки	481
6.4.3. Основные задачи стадий разведки	488
6.4.4. Методы разведки	493
6.4.5. Технические средства разведки	494
6.4.6. Системы разведки	499
6.4.7. Расположение разведочных выработок	501
6.4.8. Опробование	508
6.4.9. Оконтуривание тел полезных ископаемых	516
6.4.10. Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования в процессе разведки	521
6.4.11. Геологическая документация	522

Глава 7

Геолого–промышленная оценка месторождений

7.1. Задачи оценки	525
7.2. Понятие о кондициях	527
7.3. Подготовленность месторождения для промышленного освоения	530
7.4. Подсчет запасов	531
7.5. Моделирование месторождений полезных ископаемых на ЭВМ	537

Глава 8

Особенности разведки месторождений

полезных ископаемых

различных промышленно–генетических типов

8.1. Разведка месторождений металлических полезных ископаемых	545
8.2. Разведка россыпных месторождений	557
8.3. Разведка месторождений неметаллических полезных ископаемых	558
8.4. Разведка месторождений твердых горючих ископаемых	565

Список литературы

567