

А.М. Гальперин  
В.С. Зайцев

IV

# ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

*Допущено Учебно-методическим объединением  
вузов Российской Федерации по образованию  
в области горного дела в качестве учебника  
для студентов вузов, обучающихся  
по направлению «Горное дело»*

МОСКВА  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»  
2011

---

# ГЕОЛОГИЯ



УДК 624.131(075.8)

ББК 26.3

Г 17

*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 № 77.99.60.953.Д.014367.12.10*

*Экспертиза проведена Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области горного дела (письмо № 51-63/6 от 09.06.2009 г.)*

**Рецензенты:**

- кафедра геологии и гидрогеологии Московского государственного открытого университета (зав. кафедрой д-р геол.-минер. наук, проф. С.С. Бондаренко);
- проф., д-р техн. наук В.И. Стрельцов (ФГУП «ВИОГЕМ»)

**Гальперин А.М., Зайцев В.С.**

Геология: Часть IV. Инженерная геология: Учебник для вузов. — М.: издательство «Горная книга», 2011. — 559 с.: ил.

ISBN 978-5-98672-158-3 (в пер.)

Изложены основные сведения из инженерной петрографии (грунтоведения): характеристики состава, строения, состояния и свойств горных пород и грунтов. Рассмотрены современные представления об особенностях массива горных пород и методах его исследования. Приведена методика изучения инженерно-геологических условий территорий освоения, а также технические характеристики современного оборудования, используемого для данных целей. Проанализированы характерные этапы составления прогнозных оценок условий разработки месторождений полезных ископаемых и строительства подземных сооружений.

*А.М. Гальперин* — д-р техн. наук, профессор; *В.С. Зайцев* — канд. техн. наук, профессор (кафедра геологии Московского государственного горного университета).

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Горное дело».

УДК 624.131(075.8)

ББК 26.3

ISBN 978-5-98672-158-3



9 785986 721583

© А.М. Гальперин, В.С. Зайцев, 2011

© Издательство «Горная книга», 2011

© Дизайн книги. Издательство  
«Горная книга», 2011

*Памяти учителя, профессора  
Пантелеймона Николаевича Панюкова  
посвящается*

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

---

Инженерная геология входит в состав научных дисциплин, направленных на изучение геологических условий производства разнообразных инженерных работ, связанных в первую очередь с разработкой месторождений полезных ископаемых и строительством подземных сооружений. Богатый опыт горно-строительных и горно-эксплуатационных работ убедительно свидетельствует, что недостаточное знание гидрогеологической и инженерно-геологической обстановки и неумение оценивать ее с технологических позиций приводят к неритмичности в работе горных предприятий, а порой и к аварийным ситуациям. Вместе с тем всесторонний учет гидрогеологических и инженерно-геологических факторов, формирующих геологическую среду, позволяет не только выявить возможность улучшения технико-экономических показателей работы горно-технических объектов, но и способствует разработке эффективных инженерных мероприятий по поддержанию их в сложных горно-геологических условиях.

Подготовка инженеров по горно-технологическим специальностям предусматривает изучение цикла геологических дисциплин, включающего в себя «Основы геологии», «Месторождения полезных ископаемых», «Гидрогеология», «Инженерная геология» и «Горно-промышленная геология».

В предлагаемом учебнике «Инженерная геология» выделены четыре раздела, дающие представления о характерных инженерно-геологических свойствах горных пород, структурных особенностях толщ (массивов) горных пород, геодинамическом состоянии осваиваемых территорий, принципах прогнозирова-

ния поведения геологической среды в ходе ведения горных работ и эксплуатации горно-технических объектов.

Такой многосторонний обзор состояния геологической среды способствует принятию обоснованных технологических, а при необходимости и специальных мероприятий, обеспечивающих безопасность ведения работ, их экономическую эффективность и отвечающую современным нормативным показателям экологическую ситуацию.

При подготовке рукописи к печати были приняты во внимание замечания и пожелания, полученные на изданный в 1989 г. учебник «Гидрогеология и инженерная геология» (авт. А.М. Гальперин, В.С. Зайцев, Ю.А. Норватов).

Авторы выражают также благодарность В.П. Зервандовой, И.А. Честной, А.В. Яшиной и С.А. Пуневскому за помощь в подготовке рукописи к изданию.

Авторы признательны А.Е. Королькову, Т.В. Дубровской, Ю.И. Кутепову, Е.С. Оксенкругу, М.Н. Тавостину и М.М. Хайрутдинову за предоставленные цветные фотографии.

Отзывы просим направлять по адресу: Москва, Ленинский проспект, 6, МГГУ, кафедра геологии.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	7
<b>РАЗДЕЛ I. ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕТРОГРАФИЯ</b> .....	15
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ПЕТРОГРАФИИ.....	17
§ 1. Принципы изучения горных пород .....	17
§ 2. Инженерно-геологические классификации горных пород .....	24
Контрольные вопросы.....	43
ГЛАВА 2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДЫХ ГОРНЫХ ПОРОД.....	44
§ 1. Вещественный состав и структурно-текстурные особенности .....	44
§ 2. Трещиноватость и выветрелость твердых горных пород....	62
§ 3. Водно-физические свойства.....	76
§ 4. Механические свойства .....	81
§ 5. Специальные горно-технические характеристики.....	112
Контрольные вопросы.....	121
ГЛАВА 3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛИНИСТЫХ (СВЯЗНЫХ) ГОРНЫХ ПОРОД.....	122
§ 1. Общие сведения.....	122
§ 2. Вещественный состав и структурно-текстурные особенности .....	124
§ 3. Водно-физические свойства.....	134
§ 4. Механические свойства.....	145
§ 5. Специальные горно-технические характеристики .....	167
Контрольные вопросы.....	180
ГЛАВА 4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗДЕЛЬНОЗЕРНИСТЫХ ПОРОД .....	181
§ 1. Вещественный состав и структурно-текстурные особенности .....	181
§ 2. Водно-физические свойства.....	185
§ 3. Механические свойства .....	189
Контрольные вопросы.....	200

<b>ГЛАВА 5. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРНЫХ ПОРОД И ОТЛОЖЕНИЙ ОСОБОГО СОСТАВА И СОСТОЯНИЯ .....</b>	<b>201</b>
§ 1. Общие сведения.....	201
§ 2. Мерзлые горные породы.....	206
§ 3. Насыпные техногенные грунты .....	217
§ 4. Намывные техногенные грунты.....	229
§ 5. Техногенные отложения отходов городских агломераций .....	238
§ 6. Способы изменения состояния и свойств горных пород ..	246
Контрольные вопросы.....	258

**РАЗДЕЛ II. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД..... 259**

**ГЛАВА 6. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД..... 261**

§ 1. Понятие о массиве горных пород .....	261
§ 2. Элементы инженерно-геологической структуры массива .....	263
§ 3. Структурно-механические классификации массивов горных пород .....	279
Контрольные вопросы.....	290

**ГЛАВА 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРНЫХ ПОРОД В МАССИВЕ .....**

§ 1. Факторы, определяющие различие свойств породы в образце и массиве .....	291
§ 2. Натурные методы определения свойств горных пород.....	303
Контрольные вопросы.....	339

**ГЛАВА 8. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ .....**

§ 1. Массивы пород и месторождения полезных ископаемых .....	341
§ 2. Инженерно-геологические особенности угольных месторождений .....	344
§ 3. Инженерно-геологические особенности рудных месторождений .....	350
Контрольные вопросы.....	361

<b>РАЗДЕЛ III. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА</b> .....	363
<b>ГЛАВА 9. ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ПРОИЗВОДСТВА ГОРНЫХ РАБОТ</b> .....	365
§ 1. Содержание и задачи инженерной геодинамики .....	365
§ 2. Экзогенные геологические процессы .....	367
§ 3. Эндогенные геологические процессы .....	376
§ 4. Общая характеристика горно-геологических явлений .....	386
Контрольные вопросы.....	392
<b>ГЛАВА 10. ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ</b> .....	393
§ 1. Классификация горно-геологических явлений .....	393
§ 2. Факторы, влияющие на устойчивость откосных сооружений.....	401
§ 3. Оползневые деформации на подрабатываемых склонах ..	408
§ 4. Техногенный карст .....	415
Контрольные вопросы.....	421
<b>ГЛАВА 11. ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ</b> .....	422
§ 1. Классификация горно-геологических явлений .....	422
§ 2. Сдвигение горных пород.....	424
§ 3. Опускание и обрушение кровель в выработанное пространство .....	432
§ 4. Выдавливание пород .....	436
§ 5. Горные удары .....	440
§ 6. Внезапные выбросы пород, угля, газа .....	446
§ 7. Деформации массива вследствие глубокого водопонижения .....	452
§ 8. Деформации породных отвалов угольных шахт и солеотвалов .....	458
§ 9. Внезапные прорывы воды в горные выработки .....	466
Контрольные вопросы .....	476
<b>РАЗДЕЛ IV. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ</b> .....	477
<b>ГЛАВА 12. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРНОМ ДЕЛЕ</b> .....	479

§ 1. Требования к инженерно-геологической изученности горных пород и массивов .....	479
§ 2. Состав инженерно-геологических изысканий .....	485
§ 3. Инженерно-геологические исследования при разработке месторождений открытым способом.....	490
§ 4. Инженерно-геологические исследования при подземной разработке месторождений и подземном строительстве .....	497
§ 5. Инженерно-геологические исследования при строительстве подземных сооружений .....	500
Контрольные вопросы.....	510
<b>ГЛАВА 13. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОСВОЕНИЯ НЕДР .....</b>	<b>511</b>
§ 1. Цель и задачи прогнозирования.....	511
§ 2. Методы инженерно-геологических прогнозов.....	515
§ 3. Инженерно-геологическое районирование объектов горного производства.....	520
§ 4. Инженерно-геологическое изучение намывных массивов .....	529
§ 5. Прогнозирование инженерно-геологических процессов при разведке и освоении месторождений твердых полезных ископаемых .....	537
Контрольные вопросы .....	545
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>546</b>
<b>АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ .....</b>	<b>552</b>