

# ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ



# ГЕОДЕЗИЯ И МАРКШЕЙДЕРИЯ

Под редакцией В.Н. Попова,  
В.А. Букринского

*Издание третье*

*Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Физические процессы горного производства», «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», «Шахтное и подземное строительство», «Открытые горные работы», «Взрывное дело» направления подготовки дипломированных специалистов «Горное дело»*



МОСКВА  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»

2015

УДК 622.528:622.1

ББК 26.12:33.12

Г 35

*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.012634.11.14*

**Авторы:** В.Н. Попов, В.А. Букринский, П.Н. Бруевич, Д.И. Боровский, Б.В. Несмеянов, А.В. Евдокимов, Е.В. Киселевский, В.В. Никитин, Ю.Н. Новичихин, Г.В. Орлов, В.Н. Сученко, Н.Е. Федотов, П.В. Яковлев, Г.Е. Шарاپов

**Рецензенты:**

- кафедра геодезии (зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. *Б.И. Бузинов*, Российский университет дружбы народов),
- д-р техн. наук, проф. *А.Б. Макаров* (Российский государственный геологоразведочный университет)

**Геодезия и маркшейдерия / В.Н. Попов, В.А. Букринский, П.Н. Бруевич и др.;** Под ред. В.Н. Попова, В.А. Букринского: Учебник для вузов. — 3-е изд. — М.: Издательство «Горная книга», 2015. — 453 с.: ил.

ISBN 978-5-98672-179-8 (в пер.)

Изложены теоретические основы геодезии и маркшейдерии, обобщен опыт производства работ при проектировании, строительстве и эксплуатации горно-рудных предприятий, наземных и подземных сооружений различного назначения. Рассмотрены особенности создания геодезических и маркшейдерских сетей, методы геодезических и маркшейдерских съемок с описанием приборов для измерения угловых и линейных величин на местности и в выработках. Приведены методы геометризации и подсчета запасов месторождений полезных ископаемых, сведения о сдвигении горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок и охране сооружений от их вредного воздействия, об устойчивости бортов карьеров и отвалов.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Физические процессы горного или нефтегазового производства», «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», «Шахтное и подземное строительство», «Открытые горные работы», «Взрывное дело» направления подготовки дипломированных специалистов «Горное дело».

УДК 622.528:622.1

ББК 26.12:33.12

ISBN 978-5-98672-179-8

© Коллектив авторов, 2007, 2015

© Издательство «Горная книга», Издательство МГГУ, 2007, 2015

© Дизайн книги. Издательство «Горная книга», 2007, 2015

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

---

Предисловие .....	5
<b>Часть I. ГЕОДЕЗИЯ</b> .....	9
Введение .....	11
<b>Глава 1. Общие сведения</b> .....	14
1.1. Понятия о форме и размерах Земли. Эллипсоид Ф.Н. Красовского ....	14
1.2. Принцип изображения земной поверхности на плоскости .....	16
1.3. Влияние кривизны Земли на горизонтальные расстояния и высоты точек местности .....	18
1.4. Понятие о системах координат, используемых в геодезии .....	20
1.5. Ориентирование линий и ориентирующие углы .....	25
1.6. Способы определения положения точек на местности .....	30
1.7. Прямая и обратная геодезические задачи на плоскости .....	32
1.8. Масштабы .....	34
1.9. Топографические карты и планы .....	38
<b>Глава 2. Краткие сведения о построении геодезических сетей и съемках местности</b> .....	42
2.1. Принцип организации, классификация и методы создания геодезических сетей .....	42
2.2. Способы создания Государственной геодезической сети .....	43
2.3. Закрепление пунктов геодезических сетей на местности .....	46
2.4. Общие сведения о съемках местности .....	48
<b>Глава 3. Основные понятия теории погрешностей измерений</b> .....	51
3.1. Погрешности измерений, их виды и классификация .....	51
3.2. Свойства случайных погрешностей и критерии их оценки .....	52
3.3. Оценка погрешности функции измеренных величин .....	55
3.4. Основные правила выполнения вычислений .....	55
<b>Глава 4. Измерение углов</b> .....	58
4.1. Принцип измерения углов на местности .....	58
4.2. Теодолит, устройство и поверки .....	59
4.3. Установка теодолита в рабочее положение .....	63
4.4. Поверки и юстировки теодолита .....	64
4.5. Измерение горизонтального и вертикального углов .....	67
<b>Глава 5. Измерение длин линий</b> .....	71
5.1. Механические приборы для линейных измерений .....	71
5.2. Оптические дальномеры .....	72
5.3. Электромагнитные дальномеры .....	73
<b>Глава 6. Нивелирование</b> .....	76
6.1. Сущность нивелирования .....	76

6.2. Геометрическое нивелирование .....	77
6.3. Тригонометрическое (геодезическое) нивелирование .....	87
6.4. Вычисление и уравнивание превышений при нивелировании .....	89
6.5. Составление продольного профиля трассы .....	94
6.6. Нивелирование площади .....	98
6.7. Другие виды нивелирования .....	100
<b>Глава 7. Теодолитная, тахеометрическая и мензурная съемки. Понятие о наземной, воздушной фотограмметрических и спутниковой съемках</b> .....	102
7.1. Сущность теодолитной съемки .....	102
7.2. Камеральная обработка полевых измерений .....	107
7.3. Сущность тахеометрической съемки .....	114
7.4. Камеральная обработка тахеометрической съемки .....	122
7.5. Мензурная съемка .....	123
7.6. Понятие о наземной, воздушной фотограмметрических и спутниковой съемках .....	126
7.7. Спутниковая геодезия .....	130
<b>Глава 8. Составление основных топографических чертежей и решение по ним практических задач</b> .....	133
8.1. Условные знаки и их классификация .....	133
8.2. Построение контурных планов .....	135
8.3. Построение топографических планов .....	138
8.4. Построение профилей и разрезов .....	139
8.5. Создание топографических чертежей с помощью компьютерных технологий .....	141
8.6. Определение координат точек по плану .....	142
8.7. Определение высотного положения точек, углов наклона и уклонов .....	145
8.8. Проектирование трассы и построение профиля .....	148
8.9. Определение площадей по плану .....	149
8.10. Определение объемов и вертикальная планировка .....	153
<b>Часть II. МАРКШЕЙДЕРИЯ</b> .....	155
<b>Глава 9. Содержание и задачи маркшейдерии</b> .....	157
9.1. Краткие сведения из истории развития маркшейдерии .....	157
9.2. Основные задачи маркшейдерской службы в техническом прогрессе горной промышленности .....	161
<b>Глава 10. Маркшейдерская графическая документация горно-добывающих предприятий</b> .....	165
10.1. Общие сведения .....	165
10.2. Требования, предъявляемые к маркшейдерским чертежам .....	170
<b>Глава 11. Основные понятия геометрии недр</b> .....	175
11.1. Общие сведения о геометрии недр и геометризации месторождений .....	175
11.2. Теоретические основы геометризации месторождений .....	178
11.3. Магематические действия с функциями топографического порядка .....	180
11.4. Исходные данные для проведения геометризации недр .....	186

11.5. Математико-статистические методы обработки результатов измерений .....	191
11.6. Геометризация формы месторождений .....	194
11.7. Геометризация тектонических нарушений .....	201
11.8. Геометризация условий залегания полезных ископаемых .....	210
11.9. Геометризация свойств залежи и массива горных пород .....	212
<b>Глава 12. Подсчет запасов полезных ископаемых .....</b>	<b>216</b>
12.1. Общие сведения о запасах полезных ископаемых .....	216
12.2. Классификация запасов по степени разведанности и подготовленности к добыче .....	217
12.3. Параметры исходных данных для подсчета запасов и их определение .....	223
12.4. Способы подсчета запасов .....	228
12.5. Погрешность подсчета запасов .....	232
<b>Глава 13. Маркшейдерские работы при проектировании горных предприятий и планировании горных работ .....</b>	<b>237</b>
13.1. Общие сведения .....	237
13.2. Оформление горных и земельных отводов .....	240
13.3. Выбор места заложения стволов рудника .....	245
13.4. Принципы создания автоматизированной системы геолого-маркшейдерского обеспечения горного предприятия .....	248
13.5. Маркшейдерские работы по рекультивации нарушенных земель .....	251
<b>Глава 14. Маркшейдерские технологии при строительстве подземных сооружений .....</b>	<b>255</b>
14.1. Задачи маркшейдерского обеспечения горно-строительных работ .....	255
14.2. Проверка проектных чертежей .....	256
14.3. Перенесение геометрических элементов проекта в натуру .....	257
14.4. Точность и способы разбивочных работ .....	262
14.5. Контроль соблюдения установленного проектом соотношения элементов сооружения .....	271
14.6. Наблюдения за деформациями сооружений .....	272
14.7. Исполнительные съемки .....	277
14.8. Учет объемов основных строительных работ .....	279
14.9. Маркшейдерские работы при строительстве технологического комплекса на промышленной площадке .....	282
14.10. Маркшейдерские работы при проходке, креплении и армировании стволов .....	285
14.11. Маркшейдерские работы при монтаже подъемного комплекса .....	290
14.12. Маркшейдерские работы при проведении околоствольных выработок .....	296
<b>Глава 15. Маркшейдерские работы при подземной горной технологии .....</b>	<b>300</b>
15.1. Задачи маркшейдерской службы .....	300
15.2. Виды и принципы подземных маркшейдерских съемок .....	301
15.3. Маркшейдерские приборы для измерения углов и расстояний .....	304
15.4. Технология подземной маркшейдерской съемки .....	307
15.5. Камеральная обработка маркшейдерской съемки .....	316

15.6. Ориентирно-соединительные съемки .....	319
15.6.1. Геометрические методы ориентирования .....	320
15.6.2. Гироскопическое ориентирование .....	330
15.6.3. Передача высотных отметок с поверхности в шахту .....	335
15.7. Нивелирование в горных выработках .....	339
15.8. Съёмочные работы .....	345
15.9. Задание места и направления подготовительным и нарезным выработкам .....	350
15.10. Маркшейдерские работы физико-химической геотехнологии .....	356
<b>Глава 16. Маркшейдерские работы при открытой горной технологии</b> ....	<b>362</b>
16.1. Задачи маркшейдерской службы .....	362
16.2. Опорная и съёмочная сети и съёмочные работы на карьере .....	363
16.3. Маркшейдерское обеспечение строительства карьеров .....	369
16.4. Съёмка и документация буровзрывных работ .....	370
16.5. Маркшейдерские работы при разбивке транспортных путей и работе транспортно-отвальных мостов .....	372
16.6. Определение объема вскрыши и учет добытого полезного ископаемого .....	375
16.7. Съёмка отвалов .....	376
16.8. Маркшейдерское обеспечение дражной и гидравлической разработки месторождений .....	377
16.9. Маркшейдерское обеспечение рекультивации земель на карьерах ...	379
<b>Глава 17. Маркшейдерское обеспечение рационального недропользования. Учет состояния и движения запасов полезных ископаемых при их разработке</b> .....	<b>381</b>
17.1. Цель и задачи учета запасов полезных ископаемых .....	381
17.2. Учет добычи полезного ископаемого .....	382
17.3. Контроль оперативного учета добычи .....	383
17.4. Потери и разубоживание полезных ископаемых, нормирование и их определение при добыче .....	384
17.5. Учет состояния и движения запасов полезного ископаемого .....	387
17.6. Автоматизированные системы маркшейдерского и геологического обеспечения .....	389
17.7. Законодательство Российской Федерации по обеспечению рационального недропользования .....	391
<b>Глава 18. Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием подземной разработки и охрана сооружений от вредного воздействия горных выработок</b> .....	<b>394</b>
18.1. Общие сведения. Формы и схема сдвигания горных пород при разработке пластовых месторождений .....	394
18.2. Основные параметры, характеризующие процесс сдвигания .....	398
18.3. Основные факторы, влияющие на характер сдвигания горных пород и земной поверхности .....	405
18.4. Маркшейдерские наблюдения за сдвиганием горных пород .....	408

18.5. Наблюдательные станции за сдвижением земной поверхности и деформациями подрабатываемых зданий и сооружений .....	410
18.6. Безопасная подработка зданий, сооружений и меры их охраны от влияния подземной геотехнологии .....	412
18.7. Построение предохранительных целиков .....	415
18.8. Особенности сдвижения горных пород и охраны сооружений при подземной геотехнологии рудных месторождений .....	417
18.9. Сдвижение горных пород при скважинных методах разработки твердых полезных ископаемых и его влияние на технологические процессы .....	422
<b>Глава 19. Устойчивость бортов карьеров (разрезов) и отвалов .....</b>	<b>426</b>
19.1. Общие сведения и основные понятия .....	426
19.2. Факторы, влияющие на устойчивость уступов, бортов карьеров и отвалов .....	430
19.3. Деформации бортов карьеров и отвалов, их виды, условия и причины возникновения .....	434
19.4. Порядок расчета параметров и оценки устойчивости уступов бортов карьеров и отвалов .....	439
19.5. Наблюдения за деформациями бортов карьеров и отвалов .....	442
19.6. Обеспечение устойчивости карьерных откосов. Противодеформационные мероприятия .....	443
Список литературы .....	447