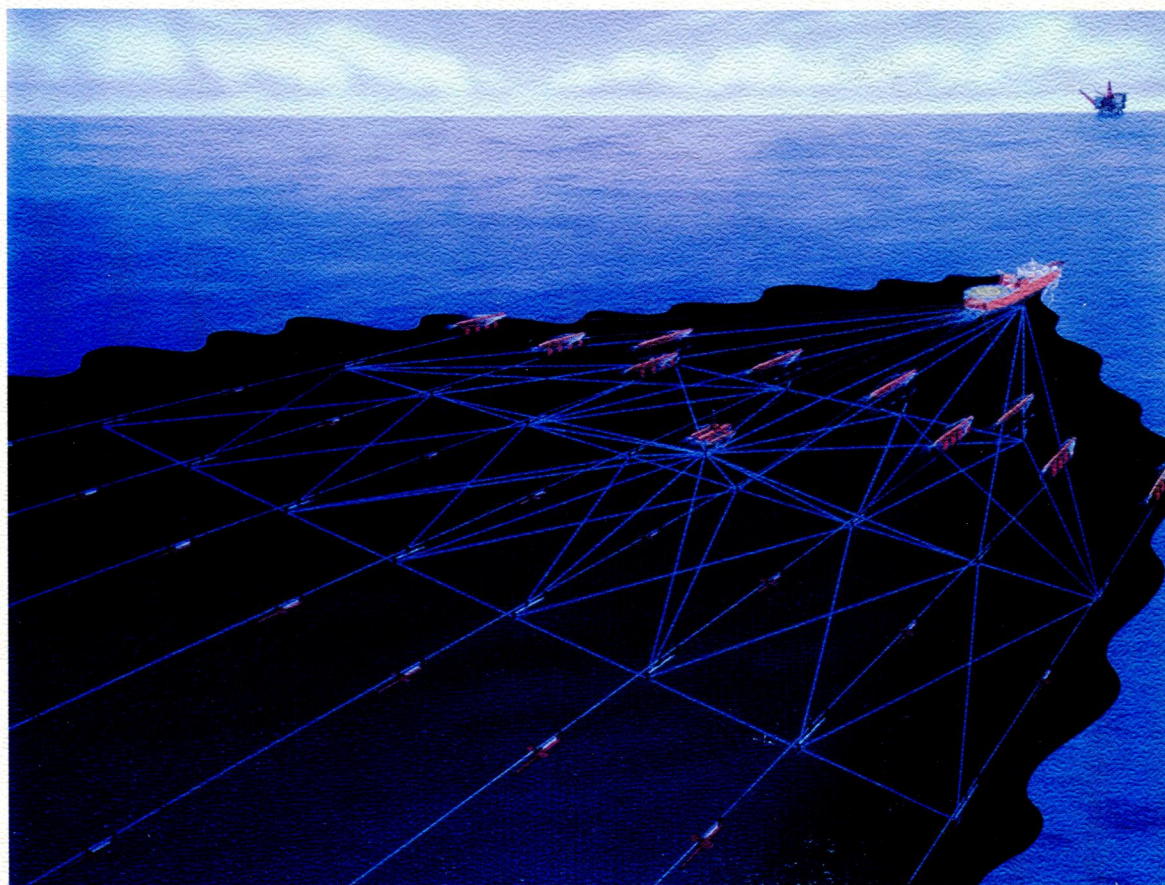


БОНДАРЕВ В. И.

ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ



*ЕКАТЕРИНБУРГ
2003*

В. И. БОНДАРЕВ

ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

*Допущено Учебно-методическим объединением по образованию
в области прикладной геологии Министерства образования РФ
в качестве учебного пособия для использования студентами
высших учебных заведений, обучающимися по специальности
080400 - "Геофизические методы поисков и
разведки месторождений полезных ископаемых"
в рамках направления
650200 - "Технологии геологической разведки"*

*Издание второе,
исправленное и дополненное*



*ЕКАТЕРИНБУРГ
2003*

УДК 550.843

Бондарев В. И.

Б 81 **ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ**: Учебное пособие для вузов. Екатеринбург: Издательство УГГГА, 2003. 332 с.

При поисках и разведке многих полезных ископаемых на суше и на море, особенно нефти и газа, сейсмическая разведка в настоящее время занимает ведущее место среди всех геофизических методов. Поэтому знакомство с ее основами является непременной частью современного общего инженерного геолого-геофизического образования.

Данное учебное пособие написано на основе многолетнего опыта чтения курса лекций по сейсморазведке для горных инженеров-геофизиков в Свердловском горном институте (1970 - 1980 гг., г. Свердловск), в Ивано-Франковском институте нефти и газа (1980 - 1983 гг., г. Ивано-Франковск) и в Уральской государственной горно-геологической академии (с 1990 г., г. Екатеринбург). В его основу положен ранее изданный в 2000 г. издательством УГГГА авторский курс лекций по сейсморазведке *“Основы сейсморазведки”*.

Учебное пособие предназначено для студентов технических вузов и университетов, обучающихся по специальности 080400-*“Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых”* (направление 650200-*“Технологии геологической разведки”*) при изучении дисциплины *“Сейсморазведка”*. Оно может быть также полезно при изучении аналогичного курса *“Сейсморазведка”* в вузах, где студенты обучаются по специальности 011200-*“Геофизика”*.

Пособие также может быть использовано студентами колледжей, обучающимися по аналогичной или близким специальностям. Определенный интерес данное пособие может представлять для инженеров и техников - работников геолого-геофизических специальностей производственных организаций.

Учебное пособие может быть полезным при изучении следующих двух разделов сейсмической разведки:

- Физико-геологические основы сейсморазведки;
- Аппаратура и методика сейсморазведочных работ.

Рис. 185. Фото 12. Табл. 18. Библ. 56 назв.

Рецензенты:

Кафедра геофизики Пермского государственного университета им. А. М. Горького
(зав. кафедрой проф. Костицын В. И.)

Боганик Г. Н. - проф., зав. кафедрой сейсморазведки и геофизических исследований скважин
Московского государственного геологоразведочного университета.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральской государственной горно-геологической академии

© Бондарев В.И., 2000.

© Бондарев В. И.,

с исправлениями и дополнениями, 2003

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ПРЕДИСЛОВИЕ	3
	ВВЕДЕНИЕ	5
V.1.	Сущность сейсморазведки	5
V.2	История возникновения сейсморазведки	7
V.3	Объемы сейсморазведочных работ, направленных на поиски месторождений нефти и газа	9
V.4	Научные исследования и высшее образование в области сейсморазведки в СССР (России)	12
	ЧАСТЬ 1. ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ	15
1.	УПРУГИЕ ВОЛНЫ В БЕЗГРАНИЧНОЙ СРЕДЕ	17
1.1	Общие понятия	17
1.2	Сферические волны	18
1.3	Основные постулаты теории распространения сейсмических волн	20
1.4	Распространение сейсмических волн в не абсолютно упругих средах	21
	Вопросы для самопроверки	22
2.	ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ТЕОРИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УПРУГИХ ВОЛН	23
2.1	Общее понятие о сейсмических границах	23
2.2	Исходные уравнения	23
2.3	Начальные и краевые условия	26
2.4	Некоторые примеры решения волнового уравнения	26
2.5	Однородные плоские волны в изотропной безграничной среде	28
	Вопросы для самопроверки	30
3.	ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ ПЛОСКИХ ВОЛН НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ДВУХ СРЕД	31
3.1	Законы отражения и преломления	31
3.2	Перераспределение энергии сейсмических волн в процессе отражения и преломления	34
3.3	Понятие о головных волнах	36
	Вопросы для самопроверки	38
4.	ПОВЕРХНОСТНЫЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ	39
4.1	Исходные понятия	39
4.2	Поверхностные волны Релея	39
4.3	Поверхностные волны Лява	44
	Вопросы для самопроверки	46
5.	СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В ГОРНЫХ ПОРОДАХ	47
5.1	Общие сведения о скоростях распространения сейсмических волн	47
5.2	Влияние литологии горных пород	47
5.3	Взаимосвязь скорости и плотности	48
5.4	Влияние пористости и порового флюида	50
5.5	Влияние глубины залегания, давления, возраста и температуры горных пород	52
5.6	Влияние особых условий залегания горных пород	52
5.7	Понятие о математическом моделировании процесса распространения упругих волн в горных породах	53
5.8	Методы определения скоростей	54
	Вопросы для самопроверки	54
6.	МОДЕЛИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД И ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ, ПОЛЯ ВРЕМЕН И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СЕЙСМОГРАММЫ	55
6.1	Модели сред и сейсмические границы	55

6.2	Интегральные характеристики сейсмических сред	57
6.3	Волновое поле сейсмических источников	58
6.4	Спектральные особенности волнового поля и форма сейсмического импульса	59
6.5	Поля времен и сейсмические годографы	62
6.6	Способы решения уравнений полей времен, расчета сейсмических лучей, годографов и теоретических сейсмограмм	65
	Вопросы для самопроверки	68
7.	ГОДОГРАФЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В ДВУХСЛОЙНОЙ СРЕДЕ	69
7.1	Двухслойная сейсмическая модель среды	69
7.2	Вывод уравнения годографа однократной монотипной отраженной волны	69
7.3	Годографы кратных отраженных волн	71
7.4	Уравнения годографов обменных отраженных волн	73
7.5	Вывод уравнения годографа дифрагированной волны	74
7.6	Годографы головных волн	75
7.7	О взаимоотношении годографов прямых, отраженных и головных волн	79
	Вопросы для самопроверки	80
8.	ГОДОГРАФЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В МНОГОСЛОЙНЫХ, ГРАДИЕНТНЫХ И СЛОИСТО-ГРАДИЕНТНЫХ СРЕДАХ	81
8.1	Годографы однократно отраженных волн в горизонтально-слоистой среде	81
8.2	Годографы головных волн в многослойной среде	83
8.3	Вывод уравнения лучей и поля времен	85
8.4	Уравнение годографа рефрагированной волны	87
8.5	Уравнение годографа рефрагированной волны для линейного закона возрастания скорости с глубиной	88
8.6	Годографы рефрагированных волн для других зависимостей скорости $V(z)$ от глубины	88
8.7	Годографы рефрагированных волн в двумерно-неоднородных средах	89
8.8	Годографы отраженных и преломленных волн при наличии сейсмических границ в градиентном полупространстве	90
	Вопросы для самопроверки	92
9.	ГОДОГРАФЫ ОГТ (ОГП) ОТРАЖЕННЫХ, ДИФРАГИРОВАННЫХ И ГОЛОВНЫХ ВОЛН	93
9.1	Введение	93
9.2	Вывод уравнения годографа ОГТ однократно отраженных волн	94
9.3	О положении в разрезе общей глубинной точки	95
9.4	Понятие о кинематических поправках	97
9.5	О форме годографов ОГТ в сложно построенных средах	98
9.6	Годографы ОГТ многократно отраженных волн	99
9.7	Форма годографов ОГТ для пространственных систем наблюдений	102
9.8	Форма годографов дифрагированных волн на сейсмограммах ОГТ	104
9.9	Уравнение годографа ОГТ (ОГП) головной волны	105
	Вопросы для самопроверки	106
	ЧАСТЬ 2. АППАРАТУРА И МЕТОДИКА СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ	107
10.	МЕТОДЫ И МОДИФИКАЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ	109
10.1	Классификация методов сейсморазведки	109
10.2	Метод отраженных волн	112
10.3	Метод преломленных волн	115
10.4	Метод проходящих волн (скважинная сейсморазведка)	116
	Вопросы для самопроверки	120
11.	ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СЕЙСМОРАЗВЕДКИ	121
11.1	Классификация технических средств	121
11.2	Системы записи и предварительной обработки сейсмической информации	122

11.3	Сейсмические обрабатывающие центры	124
11.4	Источники упругих волн	129
11.5	Вспомогательные технические средства	131
	Вопросы для самопроверки	138
12.	ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ РЕГИСТРАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	139
12.1	Принцип цифровой магнитной записи	139
12.2	Принципы квантования сигналов по времени	140
12.3	Квантование сигналов по амплитуде	142
12.4	Принципиальная блок-схема цифровой сейсморазведочной станции	143
12.5	Сейсмические форматы и запись на магнитную ленту	147
	Вопросы для самопроверки	152
13.	КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНОЙ АППАРАТУРЫ (1934 – 1992 годы)	153
13.1	Введение	153
13.2	Сейсморазведочная аппаратура первого поколения	153
13.3	Сейсморазведочные станции с промежуточной аналоговой записью	156
13.4	Сейсморазведочные станции с цифровой магнитной регистрацией	159
13.5	Сейсморазведочные станции типа „Прогресс”	163
	Вопросы для самопроверки	168
14.	СОВРЕМЕННЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫЕ СТАНЦИИ	169
14.1	Введение	169
14.2	Цифровая сейсморазведочная станция Интротарин L2	170
14.3	Сейсморазведочная станция Прогресс-Л	174
14.4	Сейсморазведочные станции других типов, используемые в России	177
14.5	Линейные сейсморазведочные станции: что впереди?	180
	Вопросы для самопроверки	182
15.	ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СЕЙСМОРЕГИСТРИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ	183
15.1	Общие принципы построения сейсмических телеметрических систем сбора информации	183
15.2	Телеметрические сейсморегистрирующие системы фирмы “INPUT/OUTPUT, INC”	186
15.3	Телеметрические сейсморегистрирующие системы фирмы „SERSEL”	198
15.4	Телеметрические станции других фирм, используемые в России	204
	Вопросы для самопроверки	211
16.	ПРОФИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ В НАЗЕМНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ	213
16.1	Прием и возбуждение упругих колебаний	213
16.2	Общая характеристика систем наблюдений	214
16.3	Типы систем наблюдений	215
16.4	Основы методики и технологии работ методом общей глубинной точки	216
16.5	Профильные системы наблюдений	220
16.6	Сети наблюдений	224
	Вопросы для самопроверки	226
17.	НАЗЕМНЫЕ ПЛОЩАДНЫЕ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ 3D	227
17.1	Введение	227
17.2	Исходные понятия	229
17.3	Основные принципы проектирования регулярных систем наблюдений	233
17.4	Пример расчета параметров системы наблюдений для съемки 3D	244
17.5	Другие системы наблюдений 3D	249
	Вопросы для самопроверки	256
18.	МОРСКАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА	257
18.1	Перспективы добычи углеводородов на море	257
18.2	Суда для сейсморазведочных работ	261

18.3	Морские сейсмические косы и набортные сейсморазведочные станции	263
18.4	Источники упругих колебаний	267
18.5	Спутниковые интегральные навигационные системы	269
18.6	Особенности методики морских сейсмических исследований	272
	Вопросы для самопроверки	276
19.	ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ	277
19.1	Проектирование сейсморазведочных работ	277
19.2	Организация полевых работ	280
19.3	Организация обработки сейсмических материалов	281
19.4	Камеральные работы и составление отчета	282
	Вопросы для самопроверки	284
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	285
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	287
П	ПРИЛОЖЕНИЯ	289
П.1	Учебники и учебные пособия по сейсморазведке	290
П.2	Кафедры вузов России, готовящие специалистов в области сейсморазведки	293
П.3	Крупнейшие сервисные сейсморазведочные компании России	312
П.4	Основные производители сейсморазведочной аппаратуры и оборудования в России	325