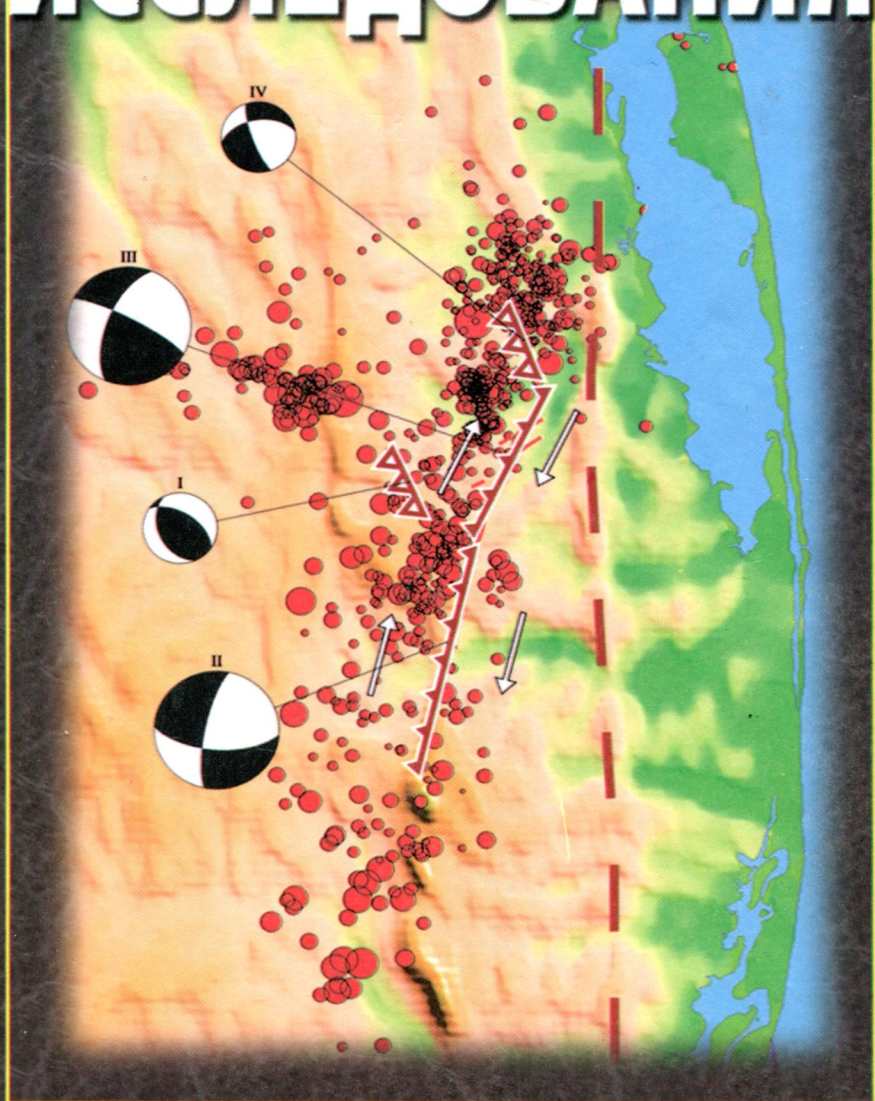


С.С. Арефьев

ЭПИЦЕНТРАЛЬНЫЕ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



С.С. Арефьев

2003
200

ЭПИЦЕНТРАЛЬНЫЕ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



МОСКВА
ИКЦ «АКАДЕМКНИГА»
2003

24.1.24

УДК 550.3
ББК 26.21
А80



*Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 02-05-78040*

Арефьев С.С.

Эпицентральные сейсмологические исследования. — М.: ИКЦ
«Академкнига», 2003. — 375 с.: ил.

ISBN 5-94628-076-7

В книге представлены сведения по истории проведения сейсмологических наблюдений в эпицентральных зонах сильных землетрясений, рассмотрены методы эпицентральных исследований и сейсмологические аспекты изучения сильных землетрясений последних 30 лет, происшедших на территории б. СССР (Дагестанское 1970 г., Газлийские 1976 и 1984 гг., Спитакское 1988 г., Рачинское 1991 г., Шикотанское 1994 г. и Нефтегорское 1995 г.). Показано, что всестороннее сейсмологическое исследование афтершоков дает важнейшую информацию об очаге сильного землетрясения, его размерах, размещении, сегментации и развитии во времени. Для наиболее детально исследованных землетрясений построены геодинамические модели очагов. Рассмотрены также подходы к прогнозу дальнейшего поведения очага сильного землетрясения и к параметризации афтершоковых последовательностей.

Для сейсмологов, геологов и аспирантов соответствующих специальностей.

ISBN 5-94628-076-7

© С.С. Арефьев, 2003

© ИКЦ «Академкнига», 2003

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
<i>Глава 1.</i> ИСТОРИЯ ЭПИЦЕНТРАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	9
1.1. Неинструментальные наблюдения	11
1.2. Ранние инструментальные наблюдения	11
1.3. Наблюдения с помощью обсерваторских приборов	12
1.4. Полномасштабные наблюдения	17
1.5. Современные наблюдения	18
1.6. Эпицентральные наблюдения за рубежом	19
Заключение	31
<i>Глава 2.</i> МЕТОДЫ	32
2.1. Аппаратурно-методический комплекс эпицентральные наблюдений	32
2.1.1. Аппаратурно-методический комплекс в 1970–1988 гг.	33
2.1.2. Полевая телеметрическая система регистрации землетрясений	36
2.1.3. Другая аппаратура	41
2.2. Сейсмический режим окрестностей эпицентральной зоны ...	42
2.2.1. Гипоцентрия афтершоков, каталоги	43
2.2.2. Карты эпицентров и разрезы	46
2.2.3. Основные параметры сейсмического режима	47
2.2.4. Пространственно-временные вариации параметров сейсмического режима	51
2.3. Исследование структуры сейсмичности методами кластерного анализа	52
2.3.1. Оценка скученности эпицентров с помощью индекса Моришиты	52
2.3.2. Некоторые методы кластерного анализа	54
2.3.3. Разделение сейсмичности на сосредоточенную и рассеянную компоненты	57
2.4. Сейсмический очаг по данным мировой системы наблюдений	58
2.4.1. Описание сейсмических источников	59
2.4.2. Моделирование сейсмических волновых форм	62

2.5. Другие методы	68
2.5.1. Макросейсмика	68
2.5.2. Локальная сейсмическая томография	73
Заключение	74
Глава 3. ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ 1970–1986 гг.	77
3.1. Дагестанское землетрясение 1970 г.	78
3.1.1. Общие сведения	78
3.1.2. Наблюдения	80
3.1.3. Каталог афтершоков	81
3.1.4. Сейсмический режим афтершоков	84
3.1.5. Предшествующая и последующая сейсмичность района	90
3.1.6. О модели очага	93
3.2. Газлийские землетрясения 1976 и 1984 гг.	94
3.2.1. Общие сведения	94
3.2.2. Основные толчки	96
3.2.3. Тектоническая позиция	98
3.2.4. Наблюдения	100
3.2.5. Механизмы очагов	101
3.2.6. Афтершоки	103
3.2.7. Предшествующая сейсмичность	115
3.2.8. Обсуждение	116
3.3. Кумдагское землетрясение 1983 г.	117
3.3.1. Общие сведения	117
3.3.2. Выход разрыва на поверхность	118
3.3.3. Полевые наблюдения и афтершоки	120
3.3.4. Предшествующая и последующая сейсмичность района	123
3.3.5. Обсуждение	124
3.4. Другие сильные землетрясения	125
3.4.1. Киятлинское 13 ноября и Салатауское 23 декабря землетрясения 1974 г.	125
3.4.2. Буйнакское землетрясение 1975 г.	126
3.4.3. Черногорское землетрясение 1976 г.	127
3.4.4. Бухарестское землетрясение 1977 г.	129
3.4.5. Жаланаш-Тюпское землетрясение 1978 г.	130
3.4.6. Ахалкалакское землетрясение 1986 г.	131
3.4.7. Обсуждение	133
Заключение	133
Глава 4. СПИТАКСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 1988 г.	135
4.1. Основной толчок	136
4.1.1. Схема изосейст	136
4.1.2. Данные мировых сейсмологических центров	138
4.1.3. Тектоническая позиция очага	140
4.1.4. Выход разрыва на поверхность	142
4.2. Полевые наблюдения, афтершоки	144
4.2.1. Система инструментальных наблюдений	144
4.2.2. Каталог афтершоков	147

4.2.3. Сейсмический режим очаговой зоны	153
4.2.4. Механизмы афтершоков	167
4.2.5. Томографическое исследование очаговой зоны	171
4.3. Предшествующая и последующая сейсмичность района	173
4.3.1. Пространственное распределение землетрясений	173
4.3.2. Временные вариации основных параметров сейсмического режима	181
4.3.3. Последующие наблюдения	181
4.3.4. Сеть акселерографов сильных движений	183
4.4. Модель очага	185
4.4.1. Моделирование источника по данным телесеизмических наблюдений	186
4.4.2. Моделирование по данным ближней зоны	188
4.4.3. Альтернативное моделирование	189
Заключение	191
Глава 5. РАЧИНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 1991 г.	193
5.1. Основной толчок	194
5.1.1. Схема изосейст	194
5.1.2. Данные мировых сейсмологических центров	195
5.1.3. Тектоническая позиция очага	196
5.2. Полевые наблюдения, афтершоки	198
5.2.1. Система инструментальных наблюдений	199
5.2.2. Каталог афтершоков	200
5.2.3. Сейсмический режим афтершоков	202
5.2.4. Механизмы афтершоков	217
5.2.5. Сильные движения грунта в эпицентральной зоне	219
5.3. Предшествующая сейсмичность района	220
5.3.1. Пространственное распределение землетрясений	220
5.3.2. Временные вариации основных параметров сейсмического режима	226
5.4. Модель очага	227
5.4.1. Моделирование очага методом инверсии объемных волн	227
5.4.2. Сложный очаг Рачинского землетрясения	230
Заключение	232
Глава 6. НАБЛЮДЕНИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ 1994–1995 гг.	234
6.1. Шикотанское землетрясение 1994 г.	234
6.1.1. Основной толчок	235
6.1.2. Система полевых наблюдений	236
6.1.3. Каталог афтершоков	237
6.1.4. Геометрия облака афтершоков	240
6.1.5. Механизмы афтершоков	241
6.1.6. Временные вариации	242
6.1.7. Косейсмические перемещения	245
6.1.8. Предшествующая и последующая сейсмичность окрестностей очага	245
6.1.9. Об очаге землетрясения	251

6.2. Нефтегорское землетрясение 1995 г.	252
6.2.1. Тектонические условия и сейсмическая история	253
6.2.2. Выход разрыва в очаге на поверхность	259
6.2.3. Афтершоки	260
6.2.4. Томография очаговой зоны	268
6.2.5. Инверсия объемных волн	276
6.2.6. Результаты и обсуждение	283
Заключение	285
<i>Глава 7.</i> НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЕЙСМИЧНОСТИ В ОКРЕСТНОСТЯХ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ	287
7.1. Форшоки, афтершоки и рои землетрясений	288
7.1.1. Метод анализа	289
7.1.2. Исходные данные, выделение групп землетрясений	290
7.1.3. Обсуждение результатов	310
7.2. Региональные исследования	315
7.2.1. Сильные землетрясения и их афтершоки на региональном уровне	315
7.2.2. Собственные структуры сейсмичности Кавказа	316
7.2.3. Кластерный анализ методом ближайшего соседа для некоторых регионов	321
7.3. Прогноз дальнейшего поведения очага происшедшего сильного землетрясения	325
7.3.1. Постановка задачи	326
7.3.2. Оценка типа поведения очага	327
7.3.3. Временные вариации динамических параметров вторичных сейсмических событий Дагестанской и Газлийской последовательностей	329
7.3.4. Ретро-прогноз сильных афтершоков Газлийского землетрясения 1984 г.	332
7.3.5. Ретро-прогноз сильных афтершоков Спитакского землетрясения	337
7.3.6. Ретро-прогноз сильнейшего афтершока Рачинского землетрясения	343
Заключение	349
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	351
ЛИТЕРАТУРА	355