

Содержание

Авторы	x
Предисловие ко второму изданию	xi
Предисловие автора к русскому переводу второго издания (2011 г.)	xiii
Предисловие редактора перевода	xv
ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЮ	1
1.1. Предмет палеосейсмологии	1
1.1.1. Определение и цели	1
1.1.2. Структура и содержание этой книги	7
1.1.3. Соотношение палеосейсмологии с другими видами неотектонических исследований	8
1.2. Выявление доисторических землетрясений по первичным и вторичным признакам	13
1.2.1. Классификация палеосейсмодислокаций	13
1.2.2. Неполнота палеосейсмологической летописи	20
1.2.3. Недостаточная либо избыточная представительность палеосейсмологической летописи	24
1.3. Датирование доисторических землетрясений и определение их повторяемости	26
1.3.1. Отношение надежности и точности определения возрастов к оценке повторяемости палеоземлетрясений	28
1.3.2. Модели повторяемости	30
1.4. Оценка магнитуд доисторических землетрясений	32
1.5. Начальный период развития палеосейсмологии, 1890–1980 годы	34
ГЛАВА 2А. ПОЛЕВЫЕ МЕТОДЫ НАЗЕМНЫХ ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	38
2А.1. Введение	38
2А.1.1. Вопросы, рассматриваемые в этой главе	38
2А.1.2. Предпочтительная последовательность проведения исследований	39
2А.2. Картирование палеосейсмогенных форм рельефа	41
2А.2.1. Определение местоположения поверхностных деформаций	41
2А.2.2. Различие между картированием отложений и картированием форм рельефа в сейсмических районах	57
2А.2.3. Детальное топографическое картирование	58
2А.2.4. Составление топографических профилей	60
2А.2.5. Методы датирования позднечетвертичных форм рельефа	64
2А.3. Изучение палеосейсмодислокаций в разрезе	66
2А.3.1. Геофизические методы в палеосейсмологии	68
2А.3.2. Траншейные исследования	81
2А.3.3. Бурение, отбор керна, отбор пластинчатых образцов (slicing) и грунтовых монолитов (peeling)	129

2А.3.4. Методы датирования позднечетвертичных отложений	135
2А.4. Различение палеосейсмодислокаций от несейсмогенных и нетектонических образований	138
2А.4.1. Особый случай: стабильные внутриконтинентальные области	142
2А.5. Специальные области палеосейсмологии	149
2А.5.1. Археосейсмология	149
2А.5.2. Дендросейсмология	157
Глава 2Б. ПОДВОДНАЯ ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЯ	159
2Б.1. Введение	159
2Б.1.1. Содержание главы	159
2Б.2. Картирование и датирование подводных палеосейсмических форм рельефа	160
2Б.2.1. Методы подводного картирования и фотографирования	160
2Б.2.2. Датирование подводных структур, форм рельефа и осадков с использованием палеосейсмической стратиграфии	169
2Б.3. Выявление первичных сейсмодислокаций: активное разрывообразование и структуры	178
2Б.3.1. Непосредственное изучение разломов	178
2Б.3.2. Внеразломные исследования	189
2Б.4. Выявление вторичных признаков: оползней, турбидитов, подводных отложений цунами	191
2Б.4.1. Распознавание землетрясений и несейсмогенных триггерных механизмов	193
2Б.4.2. Турбидитная палеосейсмология	202
2Б.4.3. Подводные отложения цунами	215
2Б.4.4. Озерные обстановки	218
2Б.4.5. Подводные сейсмогенные оползни	224
2Б.4.6. Синхронные свидетельства движений в зонах разломов и выделения флюидов	226
Глава 3. ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАСТЯЖЕНИЯ	228
3.1. Введение	228
3.1.1. Стили, масштабы и условия деформаций растяжения	229
3.1.2. Деформационный сейсмический цикл в условиях растяжения	235
3.1.3. Исторические землетрясения-аналоги	237
3.2. Геоморфологические признаки палеоземлетрясений	240
3.2.1. Тектоническая геоморфология блоков, разделенных сбросами	241
3.2.2. Особенности поверхностей смещения в коренных породах и других скальных поверхностях	247
3.2.3. Образование приразломных уступов в рыхлых осадках	249
3.2.4. Вырождение разломных уступов в рыхлых отложениях	264

3.2.5. Пространственно-временные изменения смещения поверхности	270
3.2.6. Формы рельефа, образованные одноактными и повторяющимися смещениями по разрыву	274
3.3. Стратиграфические (структурные) признаки палеоземлетрясений	285
3.3.1. Особенности строения приповерхностных сбросов в разрезе	286
3.3.2. Распознавание тектонических и осадочных образований	291
3.3.3. Осадконакопление и почвообразование в зоне разлома	296
3.3.4. Измерение смещения по обнажениям сбросов	316
3.3.5. Различение криповых смещений от эпизодических подвижек	319
3.4. Датирование палеоземлетрясений	320
3.4.1. Прямое датирование обнаженной поверхности разрыва	321
3.4.2. Прямое датирование путем моделирования разрушения уступа	323
3.4.3. Оценки возраста по развитию почвы на приразломных уступах	328
3.4.4. Определение возрастных рамок разрывообразования датированием геоморфологических поверхностей	330
3.4.5. Определение возрастных рамок разрывообразования датированием нарушенных осадков	332
3.4.6. Определение возрастных рамок разрывообразования датированием коллювиальных клиньев	333
3.4.7. Оценки возрастов по космогенным нуклидам в разрезах приразломных уступов	339
3.5. Интерпретация истории палеосейсмичности при помощи ретродеформаций	339
3.5.1. Типы ретродеформаций	341
3.5.2. Допущения, используемые при восстановлении доразрывной формы и положения слоев	342
3.5.3. Учет почвообразования при ретродеформировании	345
3.6. Распознавание тектонических и нетектонических сбросов	347
3.6.1. Тектонические, но несейсмогенерирующие сбросы	348
3.6.2. Нетектонические, но сейсмогенерирующие сбросы	348
3.6.3. Нетектонические и несейсмогенерирующие сбросы	349
ГЛАВА 4. ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ	352
4.1. Введение	352
4.2. Вулканические структуры растяжения	355
4.2.1. Мировые примеры вулканических структур растяжения	355
4.2.2. Вулканы центрального типа и кальдеры	361
4.2.3. Вулканические рифтовые зоны	363
4.2.4. Неустойчивость склонов, связанная с внедрением магмы	375
4.3. Критерии для распознавания вулканических структур растяжения в поле	376
4.3.1. Результаты эмпирического и численного моделирования	377
4.3.2. Вулкано-тектоническая геоморфология	379

4.3.3. Геофизические методы	380
4.3.4. Дистанционные геодезические методы	382
4.4. Палеосейсмологические приложения и методы	384
4.4.1. Горные работы	385
4.4.2. Геохронология	387
4.4.3. Интервалы повторения	388
4.4.4. Максимальная магнитуда	389
4.5. Заключение	406
4.6. Информация на CD-диске	408

ГЛАВА 5. ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕКТОНИЧЕСКОГО СЖАТИЯ **410**

5.1. Введение	410
5.1.1. Организация этой главы	412
5.1.2. Стили, масштабы и обстановки деформаций	412
5.1.3. Сейсмический деформационный цикл для взбросов	420
5.1.4. Исторические землетрясения-аналоги	421
5.2. Геоморфологические признаки взбросовых палеоземлетрясений	425
5.2.1. Первичная морфология взбросовых и надвиговых уступов	426
5.2.2. Разрушение надвиговых уступов	428
5.2.3. Взаимодействие надвиговых уступов с геоморфологическими поверхностями	430
5.2.4. Определение средних скоростей смещения	434
5.2.5. Пространственные и временные вариации поверхностных смещений	435
5.3. Стратиграфические признаки взбросовых и надвиговых палеоземлетрясений	439
5.3.1. Общий стиль взбросовых деформаций в разрезе	439
5.3.2. Траншейные методы исследований	441
5.3.3. Строение и эволюция взбросовых уступов	444
5.3.4. Строение и эволюция надвиговых уступов	447
5.3.5. Стратиграфически ограниченное смещение	453
5.3.6. Осадочные последовательности, трансгрессивно перекрывающие разрывы	455
5.3.7. Обобщение стратиграфических признаков надвиговых палеоземлетрясений	457
5.3.8. Распознавание криповых и эпизодических (резких) смещений	458
5.4. Датирование палеоземлетрясений	458
5.4.1. Прямое датирование обнаженной плоскости разлома	459
5.4.2. Прямое датирование посредством моделирования разрушения уступа	459
5.4.3. Оценки возраста по развитию почвы на приразломных уступах	459
5.4.4. Определение возрастных рамок разрывообразования датированием смещенных отложений	460
5.5. Интерпретация палеосейсмической истории с помощью ретродеформаций	461

5.5.1. Ретродеформации в виде жестких блоков.	461
5.5.2. Пластичные ретродеформации.	463
5.6. Распознавание сейсмогенерирующих и несейсмогенерирующих взбросов.	466
5.6.1. Тектонические, но несейсмогенерирующие взбросы.	466
5.6.2. Нетектонические, но сейсмогенерирующие взбросы.	471
5.6.3. Нетектонические и несейсмогенерирующие взбросы.	471
5.7. Опасности, обусловленные поверхностным взбросообразованием.	473
5.8. Палеосейсмологические признаки косейсмического складкообразования.	475
5.8.1. Геоморфологические признаки активного поверхностного складкообразования.	476
5.8.2. Стратиграфические признаки активного поверхностного складкообразования.	481
5.8.3. Оценка сейсмической опасности, обусловленной слепыми надвигами.	486
5.9. Палеосейсмология зон субдукции.	490
5.9.1. Введение.	490
5.9.2. Сегментация зон субдукции.	493
5.9.3. Поверхностное разрывообразование: структуры верхней плиты или структуры на границе плит.	496
5.9.4. Исторические субдукционные землетрясения как современные аналоги палеоземлетрясений.	497
5.9.5. Сейсмический деформационный цикл в зонах субдукции.	502
5.10. Позднечетвертичный уровень моря.	505
5.10.1. Отметки уровня моря вдоль эрозионных побережий.	507
5.10.2. Отметки уровня моря вдоль аккумулятивных береговых линий.	509
5.11. Косейсмический «горизонт землетрясения».	511
5.11.1. Характеристика косейсмических горизонтов землетрясения.	512
5.11.2. Деревья, погубленные землетрясением.	515
5.11.3. Отложения цунами.	516
5.11.4. Коралловые атоллы и рифы.	519
5.11.5. Обобщение стратиграфических признаков палеосейсмичности.	521
5.12. Палеосейсмологические признаки косейсмического поднятия.	522
5.12.1. Аляска.	523
5.12.2. Зона субдукции Каскадия.	526
5.13. Палеосейсмологические признаки косейсмического опускания.	531
5.13.1. Аляска.	531
5.13.2. Зона субдукции Каскадия.	536
5.13.3. Неоднозначности в характеристике субдукционных палеоземлетрясений.	541