

---

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОТЕКТОНИКИ</b> .....	9
1.1. Характеристика тектонических условий строительства .....	9
1.1.1. Пассивное тектоническое влияние на условия строительства .....	9
1.1.2. Активное тектоническое влияние на условия строительства .....	11
1.1.3. Тектоническая опасность при строительстве .....	12
1.2. Тектоника в основных традиционных видах инженерных изысканий ....	15
1.2.1. Инженерно-геологическое районирование .....	15
1.2.2. Сейсмическое микрорайонирование .....	18
1.2.3. Уточнение исходной сейсмичности .....	19
1.3. Перспективные направления и ограничения инженерно-геотектонических исследований .....	21
<b>ГЛАВА 2. РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ</b> .....	24
2.1. Типизация разрывных структур .....	24
2.1.1. Основные требования к типизации разрывных структур в инженерной геотектонике .....	25
2.1.2. Типизация разрывных структур в инженерной геотектонике* (принципиальная схема) .....	29
2.2. Трещинные зоны и диаклазовые швы .....	32
2.3. Разрывы и разрывные зоны .....	38
2.3.1. Элементы строения разрывных зон .....	38
2.3.2. Строение подзоны сместителя .....	40
2.3.3. Строение подзоны аномальной трещиноватости .....	45
2.3.4. Подзона тектонического клина .....	48
2.3.5. Особенности строения сложных разрывных зон .....	50
2.3.6. Ширина разрывной зоны у разрывов разной морфологии и протяженности .....	52
2.3.7. Плановое расположение сместителей в сложных разрывных зонах и форма тектонических клиньев .....	56
2.3.8. Сейсмотектонические дислокации .....	57
2.3.9. Зона динамического влияния разрыва .....	60
2.4. Шовные (разломные) зоны .....	64
2.4.1. Типизация шовных зон .....	65

2.4.2. Шовные зоны и неструктурное районирование .....	73
2.5. Специфика строения и особенности картирования разномасштабных разрывных структур .....	76
2.5.1. Мелкомасштабное картирование .....	76
2.5.2. Среднемасштабное картирование .....	79
2.5.3. Крупномасштабное картирование .....	79
2.5.4. Сопоставление схем разномасштабного картирования разрывных структур .....	80
<b>ГЛАВА 3. НОВЕЙШИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИИ .....</b>	<b>84</b>
3.1. Возрастное расчленение орогенного рельефа .....	85
3.1.1. Генетические комплексы и стратиграфия .....	86
3.1.1.1. Главные генетические комплексы континентальных отложений .....	87
3.1.1.2. Генетические комплексы и особенности региональной стратификации .....	92
3.1.1.3. Принципы построения региональных (местных) стратиграфических схем, отражающих возрастное расчленение рельефа .....	99
3.1.2. Эрозионно-аккумулятивный цикл и корреляция террасовых образований .....	102
3.1.3. Картирование разновозрастных элементов рельефа .....	112
3.1.3.1. Общие черты методики .....	113
3.1.3.2. Особенности изучения горных долин .....	118
3.1.4. Возрастная датировка этапов рельефообразования .....	126
3.1.4.1. О вариантах четвертичных стратиграфических шкал и этапности рельефообразования .....	128
3.1.4.2. Материалы морской геологии для стратиграфии четвертичного периода и датировки континентального рельефообразования .....	130
3.1.4.3. Об общности и региональной специфике местных стратиграфических схем террасовых образований .....	133
3.1.4.4. О роли главных генетических комплексов в региональных стратиграфических схемах новейшего этапа геологической истории .....	134
3.2. Количественная оценка новейших тектонических движений .....	135
3.2.1. Суммарные амплитуды вертикальных новейших движений .....	136
3.2.1.1. Определение суммарных амплитуд в горных областях ....	138
3.2.1.2. Определение суммарных амплитуд в равнинных областях .....	139
3.2.2. Амплитуды поэтапных вертикальных новейших движений .....	141
3.2.2.1. Методика расчета поэтапных амплитуд в горных областях .....	141

3.2.2.2. Методика расчета поэтапных амплитуд в равнинных областях .....	147
3.2.3. Количественная оценка интенсивности вертикальных новейших движений .....	150
3.2.3.1. Горные области .....	150
3.2.3.2. Равнинные области .....	156
3.3. Количественные палеорекострукции .....	158
3.3.1. Типы карт палеорекострукции .....	158
3.3.1.1. Палеотектонические карты .....	158
3.3.1.2. Палеогеографические карты .....	160
3.3.2. Особенности детальнх реконструкций древнего рельефа .....	163
3.3.2.1. Специфика геоморфологического строения долин .....	163
3.3.2.2. Количественные оценки скорости денудации .....	166
3.4. Стадийность и закономерности новейших тектонических движений ...	167
3.4.1. Этапы и стадийность новейшего орогенеза .....	167
3.4.2. Развитие новейших тектонических движений и структур .....	172
<b>ГЛАВА 4. АКТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ .....</b>	<b>176</b>
4.1. Общие положения и терминология .....	177
4.1.1. Существующие представления .....	177
4.1.2. Разномасштабные активные структуры в инженерной геотектонике .....	179
4.1.3. Активность криповых разрывных смещений и уклонов в инженерных изысканиях .....	181
4.1.3.1. Характеристика средних скоростей разрывных смещений ...	181
4.1.3.2. Анализ тенденций изменения средних скоростей разрывных смещений .....	182
4.1.3.3. Оценка современной активности разрывных смещений ...	182
4.1.4. Современные внутриразрывные движения — особый вид активного крипа .....	185
4.2. Современные движения земной поверхности и приповерхностных частей земной коры .....	190
4.2.1. Планетарные измерения .....	191
4.2.2. Региональные измерения .....	192
4.2.3. Геодинамические полигоны .....	195
4.2.3.1. Особенности разрывных СДЗК .....	195
4.2.3.2. Особенности космогеодезических измерений .....	197
4.2.3.3. Основные типы геодинамических полигонов .....	200
4.2.3.4. Геодинамические полигоны в разных геодинамических обстановках .....	207
4.2.4. Инженерные изыскания .....	211
4.2.4.1. Геодезические измерения .....	212
4.2.4.2. Предпроектные региональные исследования .....	214
4.2.4.3. Изыскания для предпроектной документации .....	216

4.2.4.4. Изыскания для проекта и рабочего проектирования, а также стадий строительства и эксплуатации сооружений .....	216
4.3. Активность разрывов .....	217
4.3.1. Общие положения .....	217
4.3.2. Выявление разрывных тектонических смещений .....	220
4.3.3. Оценка тектонической активности разрывов .....	223
4.3.4. Использование имеющихся материалов анализа современных тектонических движений .....	224
4.3.4.1. Данные близлежащих профилей повторного нивелирования .....	225
4.3.4.2. Материалы геодинамических полигонов .....	225
4.3.5. Сейсмотектоническая активность разрывов .....	227
4.3.5.1. Сейсмоактивные структуры .....	227
4.3.5.2. Сейсмоактивизированные структуры .....	233
4.3.5.3. Использование шкалы сейсмической интенсивности (балльности) .....	236
4.4. Активные разломы (шовные зоны) России .....	237
4.5. Активность орогенеза .....	244
4.5.1. Внутриконтинентальные орогены .....	246
4.5.1.1. Высокоактивные орогены .....	246
4.5.1.2. Среднеактивные орогены .....	247
4.5.1.3. Малоактивные орогены .....	248
4.5.1.4. Воздымающиеся денудационные равнины и холмогорья .....	249
4.5.2. Крайноконтинентальные островные орогены .....	249
4.5.2.1. Высокоактивная орогеническая зона Курил .....	249
4.5.2.2. Среднеактивная орогеническая область Сахалина .....	250

## **ГЛАВА 5. СПЕЦИФИКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ .....**

5.1. Наземные сооружения и типовое строительство .....	256
5.1.1. Типовое градостроительство в сложных тектонических условиях .....	258
5.1.2. Атомные станции .....	258
5.1.3. Мосты и мостовые переходы .....	260
5.1.4. Магистральные трубопроводы .....	261
5.1.5. Районы разработки полезных ископаемых .....	266
5.2. Заглубленные сооружения .....	267
5.2.1. Стройплощадки сооружений, вписанных в расчлененный рельеф .....	273
5.2.2. Подземные сооружения с персоналом .....	275
5.2.3. Подземные сооружения без персонала .....	278
5.2.3.1. Хранилища .....	278
5.2.3.2. Захоронения .....	280
5.3. Прецизионные сооружения .....	285

<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>294</b>
--------------------------------	------------

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

Среди прикладных аспектов геотектоники назрела необходимость выделения ее инженерного аспекта, т.е. инженерной геотектоники — раздела инженерной геологии, изучающего влияние тектонических структур и процессов на условия строительства, эксплуатации и ликвидации инженерных объектов. Формирование инженерной геотектоники и ее постепенное внедрение в инженерные изыскания происходит лишь в последние десятилетия и еще не нашло должного отражения в соответствующей научной и нормативно-методической литературе. Поэтому важно охарактеризовать наиболее перспективные ее направления, особенно направления, связанные с инженерными изысканиями.

При проектировании многих ответственных объектов все чаще оказывается, что тектоническая опасность может быть обусловлена как самим присутствием некоторых тектонических структур, так и активными тектоническими движениями. Среди последних очевидна возможность нарушения устойчивости инженерных сооружений разрывным крипом. К тектоническим структурам относятся и сеймотектонические дислокации сильнейших землетрясений, при которых наблюдаются мгновенные многометровые разрывные смещения, еще более опасные для сооружений. Совершенствование сейсмического районирования все полнее выявляет разрывную природу сейсмогенерирующих структур, с которыми связаны очаги большинства коровых землетрясений. Следовательно, одним из важнейших перспективных направлений инженерной геотектоники является изучение именно разрывных структур.

Специфика прикладной направленности инженерной геотектоники обуславливает отличие ее подходов к геотектоническим проблемам от подходов других прикладных геотектонических аспектов, например рудного и нефтяного. Так, в инженерной геотектонике наибольшее внимание уделяется современным тектоническим процессам и структурам, проявляющимся в процессе строительства и эксплуатации инженерных сооружений, т.е. геологически мгновенно в течение ближайших десятков и первых сотен лет. Это обстоятельство служит ключевым при оценке активности тектонических, сейсмогенных и сейсмогенерирующих структур. Вторым специфическим аспектом инженерной геотектоники является учет преимущественно приповерхностных тектонических структур, затрагиваю-

щих зону наземного и подземного строительства. Именно для данной зоны применяется и специальный термин “геологическая среда инженерно-хозяйственной деятельности человека”. Третьей специфической чертой инженерно-геотектонических исследований является их нацеленность на оценку опасности тектонической подвижности для сооружений.

Перечисленные особенности определяют круг наиболее перспективных и потому актуальных направлений инженерной геотектоники. Увеличение сложности и разнообразия специфики ответственных инженерных сооружений вынуждает расширять круг интересов инженерной геотектоники. Например, строительство прецизионных сооружений потребовало внимания к микродеформациям пород основания. Дальнейшее увеличение разнообразия строительной практики неизбежно будет расширять круг задач, решаемых инженерной геотектоникой, и потребует разработки других ее направлений.

Настоящая монография адресована преимущественно студентам-геологам и содержит относительно краткое изложение перспективных направлений инженерной геотектоники. Здесь нет необходимости в обширной справочной литературе, которая имеется в опубликованной ранее обстоятельной “Инженерной геотектонике” (М.: Наука. 2004). К последней рекомендуется обращаться при более углубленном рассмотрении возникающих вопросов.

Автор выражает благодарность за сотрудничество Б.Е. Акинину, А.С. Алешину, Ф.Ф. Аптикаеву, И.П. Балабанову, И.И. Бархатову, Н.П. Боголюбовой, А.Н. Боголюбову, Т.С. Бондаревой, О.А. Воейковой, Г.А. Голодковской, С.М. Голубеву, В.В. Дмитриеву, В.К. Елишину, С.Б. Ершовой, Г.С. Золотареву, Я.А. Измаилову, С.Ф. Канаеву, Р.М. Кармалеевой, И.В. Кирилловой, И.С. Комарову, Н.П. Костенко, Г.Л. Коффу, Н.И. Кригеру, В.М. Курочкину, Л.Г. Кушниру, Т.А. Лариной, Л.А. Латыниной, Д.А. Лилиенбергу, В.И. Макарову, И.Г. Минделю, Н.И. Николаеву, П.Н. Николаеву, А.А. Никонову, В.Е. Новаку, Б.А. Петрушевскому, Т.Ю. Пиотровской, М.В. Рацу, Е.И. Романовой, Г.Е. Рязянцеву, Л.И. Серебряковой, А.К. Трофимову, В.С. Федоренко, Н.М. Хайме, В.А. Христичу, В.С. Хромовских, О.К. Чедия, А.А. Чистякову, Н.И. Швейскому, Г.А. Шмидт, Ю.К. Щукину, С.В. Энман, А.И. Юдкевичу.

Большую роль в сборе геологической и геоморфологической информации оказали автору его непосредственные помощники О.А. Воейкова и И.И. Бархатов. Л.И. Серебрякова любезно предоставила материалы по космогеодезии. Всем им автор приносит глубокую признательность.

Компьютерное оформление монографии выполнено О.А. Воейковой.

Работа написана при финансовом содействии фонда РФФИ. Проекты 02-05-64183, 03-05-64240.