

Г. Г. Кочарян

ГЕОМЕХАНИКА  
РАЗЛОМОВ





РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ ГЕОСФЕР  
РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОНД

Г.Г. Кочарян

# **ГЕОМЕХАНИКА РАЗЛОМОВ**

МОСКВА  
ГЕОС  
2016

УДК 550.34, 551.24, 622.83

Ответственный редактор  
академик РАН *В.В. Адушкин*

Рецензенты:  
д. ф.-м. н. *А.Ф. Ревуженко*, д.г.-м.н. *В.В. Ружич*

*Издание осуществлено при финансовой поддержке  
Российского научного фонда (проект № 14-17- 00719)*

**Кочарян Г.Г.**

**Геомеханика разломов** / Г.Г. Кочарян; Российская академия наук; Институт динамики геосфер ; Российский научный фонд. – М.: ГЕОС, 2016, 424 с.  
ISBN 978-5-89118-730-6

В монографии приведены результаты многолетних исследований закономерностей деформирования нарушений сплошности массивов горных пород. На основе представлений, полученных из лабораторных, полевых и численных экспериментов, проведены анализ и обобщение современных данных о структуре, механических свойствах разломных зон и режимах их деформирования. Рассмотрены закономерности всего спектра движений по разломам: от крипа до землетрясений. Исследованы соотношения между основными параметрами деформационных событий разного размера и генезиса. Значительное внимание уделено изучению переходных режимов деформирования разломов – низкочастотных землетрясений и событий медленного скольжения – явлений, имеющих важное значение, как для ряда фундаментальных проблем геофизики, так и для некоторых приложений. Построение модели этих событий может оказаться полезным для развития нового научного направления, связанного с исследованиями возможности искусственной трансформации режима деформирования локальных участков массива горных пород, например, при обеспечении безопасного ведения горных работ. Рассмотрены различные аспекты инициирования деформационных процессов в разломных зонах внешними воздействиями.

Для научных работников, аспирантов и студентов, специализирующихся в области сейсмологии, геодинамики, тектонофизики и горного дела.

**G.G. Kocharyan**

**Geomechanics of Faults.** – М.: GEOS, 2016, 424 p.

The monograph summarizes long standing investigations of rock discontinuity deformation processes. Basing on the ideas obtained in laboratory, field and numerical experiments, the analysis and generalization have been done for modern data on the structure and mechanical properties of fault zones as well as their sliding modes. The main features of the entire range of fault movements – from stable sliding to earthquakes is considered. Relations between main parameters of deformational events of various linear sizes and geneses have been studied. The study is focused on the investigation of transitional regimes of a fault deformation – low-frequency earthquakes and slow slip events, important for many fundamental problems of geophysics and for various practical applications. Resulted models of such events may be used to develop the new scientific approach, to study the possibility to change artificially deformational regimes of local volumes inside rock masses, for example, to improve the mining safety. Various problems of deformation processes triggered in fault zones by external factors are considered.

For undergraduate, graduate students and researches, specializing in seismology, geodynamics, tectonophysics and mining.

ISBN 978-5-89118-730-6

© Кочарян Г.Г., 2016

© ИДГ РАН, 2016

© ГЕОС, 2016

# Содержание

Предисловие редактора.....	5
Введение.....	7
<b>Глава 1. СТРУКТУРА МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД .....</b>	<b>11</b>
1.1. Блоки и разломы .....	11
1.2. Некоторые результаты обследования разломных зон .....	27
1.3. Результаты глубинного бурения зон разломов.....	38
1.4. Сейсмический портрет разломной зоны .....	46
1.5. Численное моделирование локализации деформации при распространении сейсмогенного разрыва .....	53
<b>Глава 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗЛОМОВ И ТРЕЩИН .....</b>	<b>61</b>
2.1. Деформирование тонких слоев геоматериалов.....	61
2.2. Роль трения при сдвиговом деформировании нарушений сплошности .....	73
2.3. Сейсмические методы оценки механических свойств разломов и трещин .....	91
2.4. Исследование деформационных свойств нарушений сплошности .....	101
2.5. Изменение деформационных характеристик разломных зон во времени .....	114
<b>Глава 3. ДВИЖЕНИЯ ПО РАЗЛОМАМ .....</b>	<b>131</b>
3.1. Типы движений по разломам.....	131
3.2. Сейсмогенные движения по разломам .....	137
3.3. Постсейсмическое скольжение .....	153
3.4. Режимы медленного скольжения .....	169
3.5. Межблоковые перемещения при взрывах .....	178
<b>Глава 4. ФОРМИРОВАНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЖИМОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ПО РАЗЛОМАМ .....</b>	<b>186</b>
4.1. Некоторые структурные особенности участков коры с разными типами деформирования .....	186
4.2. Мезомеханика сопротивления сдвигу и режим скольжения по трещине с заполнителем .....	194

4.3. Режимы скольжения по трещинам, заполненным разным геоматериалом.....	208
4.4. Энергия, излучаемая сейсмическими событиями различного масштаба и генезиса.....	220
4.5. Трансформация режимов движения по разлому.....	236
4.6. Изменение характеристик трещины в процессе скольжения и возможные предвестники перехода разлома в метастабильное состояние.....	247

**Глава 5. ИНИЦИИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЗЛОМНЫХ ЗОНАХ** ..... 260

5.1. Дистанционное инициирование сейсмических событий .....	260
5.2. Инициирование деформационных событий сейсмическими волнами.....	267
5.3. Накопление межблоковых перемещений при низкоамплитудных динамических воздействиях и феноменология процесса инициирования .....	281
5.4. О возможном влиянии плотностных неоднородностей в мантии на параметры современных движений земной коры .....	313
5.5. Гидрогеологический отклик подземных коллекторов на сейсмические колебания .....	322
5.6. Взаимодействие режимов скольжения .....	337

**Приложение 1**  
Параметры событий медленного и постсейсмического скольжения..... 347

**Приложение 2**  
Параметры землетрясений..... 354

**Литература** ..... 385