

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО ТИУ  
Кафедра Геотехники

# ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

53 тематических слайда

Автор: ИГАШЕВА С.П., ст. преп. каф. Геотехники

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

- 1. Основные понятия сейсмологии.**
- 2. Виды землетрясений.**
- 3. Строительство в сейсмоопасных районах.**

**ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ –  
это сотрясения, колебания  
участков земной коры,  
проявляющееся  
в виде подземных толчков.**

**Землетрясения изучает  
наука СЕЙСМОЛОГИЯ**  
*(от греч. seismos - колебание, сотрясение).*

# ***1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СЕЙСМОЛОГИИ***

**В сейсмологии, как в любой науке,  
применяют специфические термины:  
*(рисунки 1, 2):***



Рисунок 1 Схема сейсмоопасного района

• **ОЧАГ** землетрясения –

**место в литосфере, где происходит  
внезапный разрыв или смещение  
и возникают упругие колебания;**

- **ФОКУСОМ** (*от лат. focus – очаг*)  
называют центр очага землетрясения,  
либо применяют этот термин  
как синоним очага;

- **ГИПОЦЕНТР**  
(*от греч. hуро – под, внизу*)  
часто термин применяют как синоним  
очага и фокуса;

• **ЭПИЦЕНТР** (*от греч. ері – на, над*)

**проекция гипоцентра**

**на земную поверхность.**

**В нём и вокруг него наблюдаются**

**наибольшие разрушения;**

## • ИЗОСЕЙСТЫ

*(от греч. изос – равный,  
греч. seismos - колебание, сотрясение) –*  
**линии, соединяющие на карте  
точки равных сотрясений;**

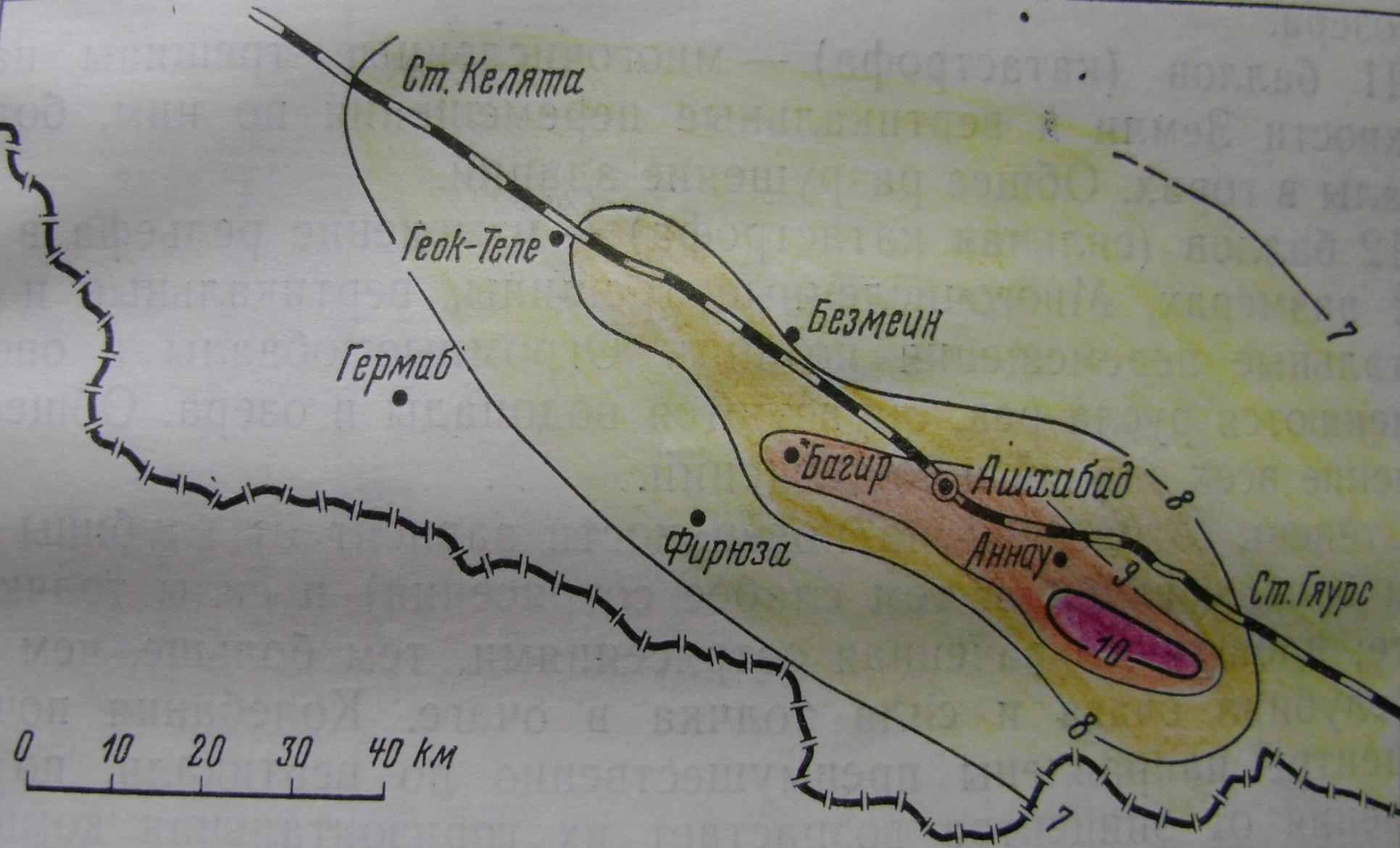
# ПЛЕЙСТОСЕЙСТОВАЯ ОБЛАСТЬ

*(от греч. pleistos - наибольший ) –*

**область наибольших сотрясений,**

**ограниченная**

**максимальной изосейстой;**



## Рисунок 2 Карта изосейст

Ашхабадского землетрясения 1948 г.

Изосейста 10 баллов очерчивает плейстосейстовую область

## • МАГНИТУДА

*(от лат. magnitudo – величина) –*

**условная величина, характеризующая  
общую энергию упругих колебаний,  
вызванных землетрясением  
и не имеющая прямой связи  
с силой землетрясения;**

- **СИЛА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ –**  
степень проявления землетрясения  
на земной поверхности.  
Оценивается по 12-балльной шкале  
*(таблица 1)*  
(в Японии – по 7-балльной).

# Таблица 1 - ШКАЛА СЕЙСМИЧЕСКОЙ БАЛЛЬНОСТИ

Баллы	Характеристика	$X_0$ , мм	$a$ , мм/сек <sup>2</sup>	Нарушения грунтов	Режим ПВ, источники
1	Незаметное (неощутимое)	-	<2,5	-	-
2	Очень слабое (едва ощутимое)	-	2,6-5	-	-
3	Слабое	-	5,1-10	-	-
4	Умеренное (заметное)	0,5	11-25	Отдельные трещины в сырых грунтах	
5	Довольно сильное (пробуждение)	0,5-1	26-50		Небольшие волны в водоёмах. В некоторых случаях изменяется дебит источников
6	Сильное (испуг)	1,1-2	51-100	Единичные случаи оползания грунтов и осыпей в горных районах	Изменение дебита источников и уровня в колодцах
7	Очень сильное (повреждение зданий)	2,1-4	101-250	Трещины на дорогах, оползни и отчасти обвалы в горных районах	Пропадают имеющиеся и возникают новые источники.
8	Разрушительное	4,1-8	251-500	Большие осыпи и горные обвалы	
9	Опустошительное	8,1-16	501-1000	Горные обвалы	Большие волнение воды в водоёмах
10	Уничтожающее	16,1-32	1001-2500	Трещины в грунтах до 1 м, обвалы скал	Прибой в водоёмах, возникновение новых озёр
11	Катастрофа	32	2501-5000	Из трещин выступают водонасыщенные рыхлые отложения. Вертикальные перемещения пластов пород.	
12	Сильная катастрофа (изменение рельефа)	-	>5000	Изменения на поверхности земли достигают огромных размеров. Сбросы со значительным смещением, сдвиги, разрывы, многочисленные обвалы Радикальное изменение земной поверхности.	

## ШКАЛА СЕЙСМИЧЕСКОЙ БАЛЛЬНОСТИ

Баллы	Повреждения зданий и сооружений	Поведение людей и животных
1	Регистрируется только приборами	Не ощущается.
2	-	Ощущается отдельными лицами на верхних этажах.
3	Очень лёгкое раскачивание висятых ламп, занавесок, открытых дверей, стоящих автомобилей.	Ощущается немногими в помещении в форме сотрясений от быстро прошедшего транспорта.
4	Раскачивание висятых предметов, колебание жидкости в сосудах, звон посуды, скрип полов и стен.	Ощущается большинством людей.
5	Осыпание побелки, дребезжание стёкол, движение незакрытых дверей и окон, посуда и украшения на полках опрокидываются. Возможны повреждения 1-й степени в отдельных зданиях типа А.	Ощущается практически всеми людьми. Беспокойство домашних животных.
6	Лёгкие повреждения во многих зданиях. Лёгкая мебель сдвигается, может разбиться посуда, падают книги. Повреждения 1-й степени в отдельных зданиях типа Б и во многих типа А; в отдельных зданиях А – 2-й степени.	Люди выбегают из помещений, перемещение неустойчивое. Животные выбегают из укрытий.
7	Во многих зданиях лёгкие и даже значительные повреждения, повреждения каменных оград. Звонят большие колокола. Во многих зданиях типа Б повреждения 1-й степени, Б – 2-й степени, А – 3-й степени, в некоторых А – 4-й степени.	В отдельных случаях люди выпрыгивают из окон. Передвигаться без опоры трудно.
8	Значительные повреждения зданий, отдельные здания разрушаются, памятники и статуи опрокидываются. Разрыв стыков трубопроводов.	Люди с трудом удерживаются на ногах.
9	Повреждения, разрушения и обвалы в зданиях, искривления ж/д рельсов. Большая часть труб и башен разрушается. Мебель в зданиях ломается.	
10	Обвалы и разрушения в зданиях, значительные повреждения насыпей и дамб. ломаются старые деревья.	Животные мечутся.
11	Общее разрушение зданий. Разрушение насыпей на большом протяжении. Ж/д пути искривляются на всём протяжении.	

**Сила землетрясения зависит  
не только  
от расстояния до эпицентра,  
но и от свойств горных пород,  
наличия подземных вод и т.д.**

## 2. ***ВИДЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ***

**выделяют в зависимости  
от причин, которые их вызвали:**

**а) ТЕКТОНИЧЕСКИЕ** землетрясения  
возникают в земной коре  
и прилегающих оболочках  
из-за тектонических движений.  
Они связаны  
с мгновенными разгрузками  
механических напряжений,  
которые накапливаются  
медленно и постепенно.

**При напряжениях, превышающих  
предел прочности горных пород,  
происходит  
внезапный разрыв их сплошности  
с высвобождением механической энергии  
(рисунок 3):**

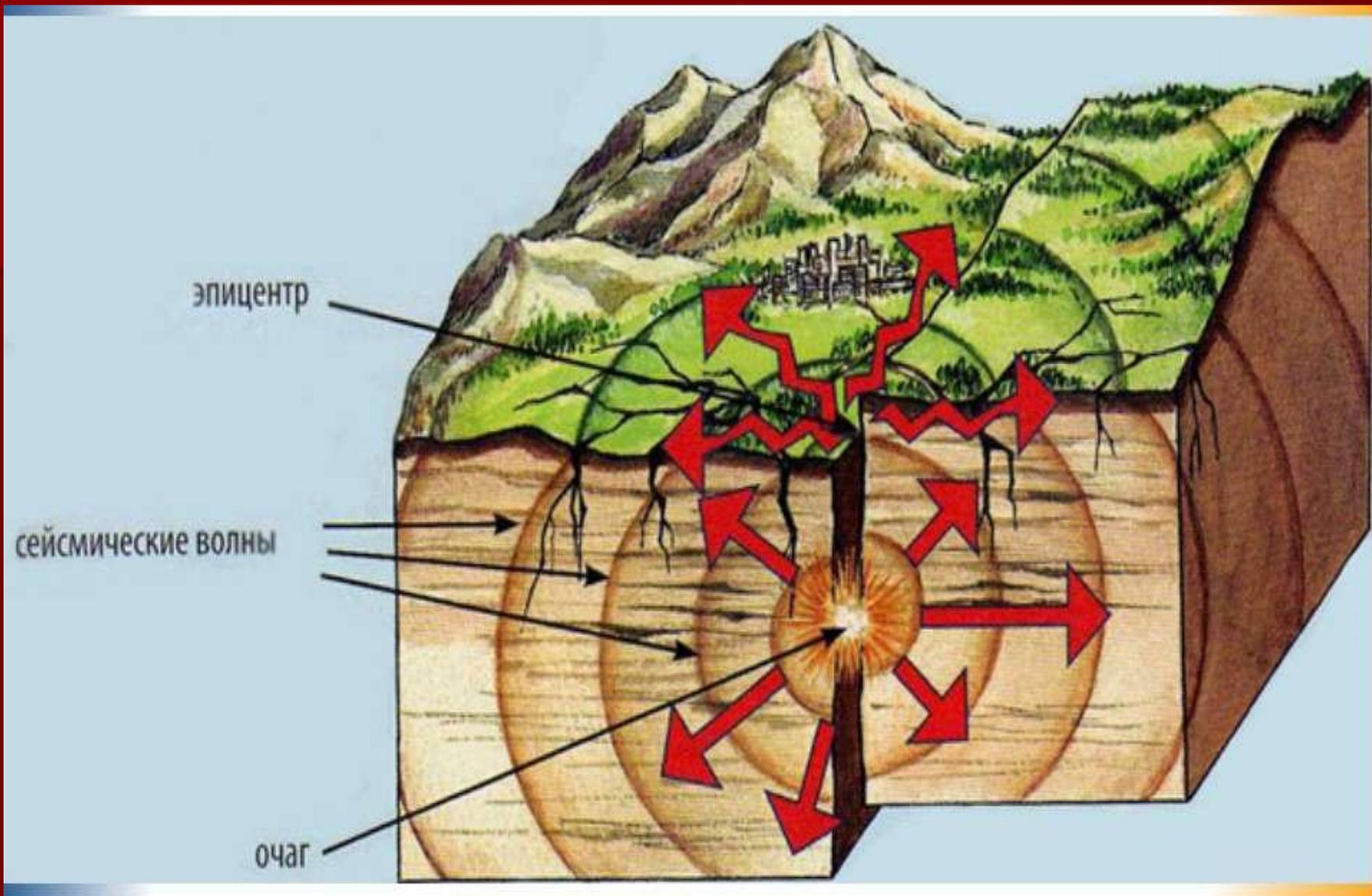


Рисунок 3 Тектоническое землетрясение

**Тектонические землетрясения  
приурочены  
к определённым участкам  
земной коры, расположенным  
в пределах Тихоокеанского  
и Альпийско-Гималайского  
сейсмических поясов**

*(рисунок 4):*

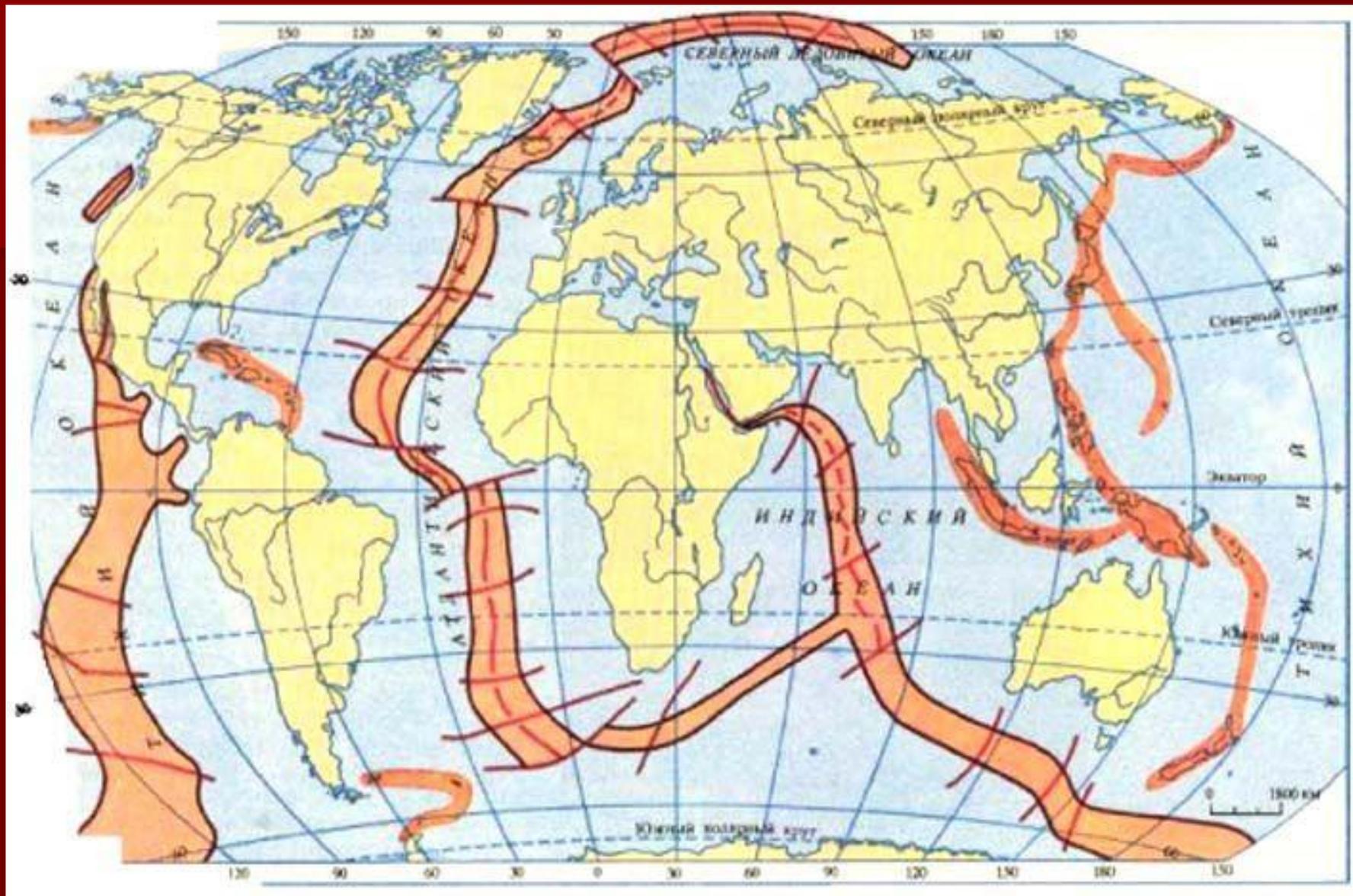


Рисунок 4 Сейсмические пояса

**Такие землетрясения  
составляют более 95%  
от всех происходящих землетрясений  
и обладают  
наибольшей силой  
и разрушительной способностью  
*(рисунок 5):***



Рисунок 5 Последствия землетрясения

**б) ВУЛКАНОГЕННЫЕ** землетрясения связаны с извержениями вулканов. Они вызваны давлением газов при подъёме магмы к жерлу, и могут способствовать прогнозу извержения вулканов (*рисунок б*):

# Рисунок 6 К. Брюллов. Гибель Помпеи



**Такие землетрясения  
обладают меньшей силой,  
чем тектонические.**

**Они могут возникать только в радиусе  
нескольких десятков километров  
от вулканов,  
расположение которых  
на земной поверхности  
имеет определённую закономерность.**

**90% всех  
ныне действующих вулканов  
сосредоточено  
в Тихоокеанском огненном кольце,  
Средиземноморско-Индонезийском поясе,  
Атлантическом поясе (*рисунок 7*):**

# КРУПНЕЙШИЕ ВУЛКАНЫ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ МИРА

Масштаб 1:25 000 000

Для средних общеобразовательных учреждений

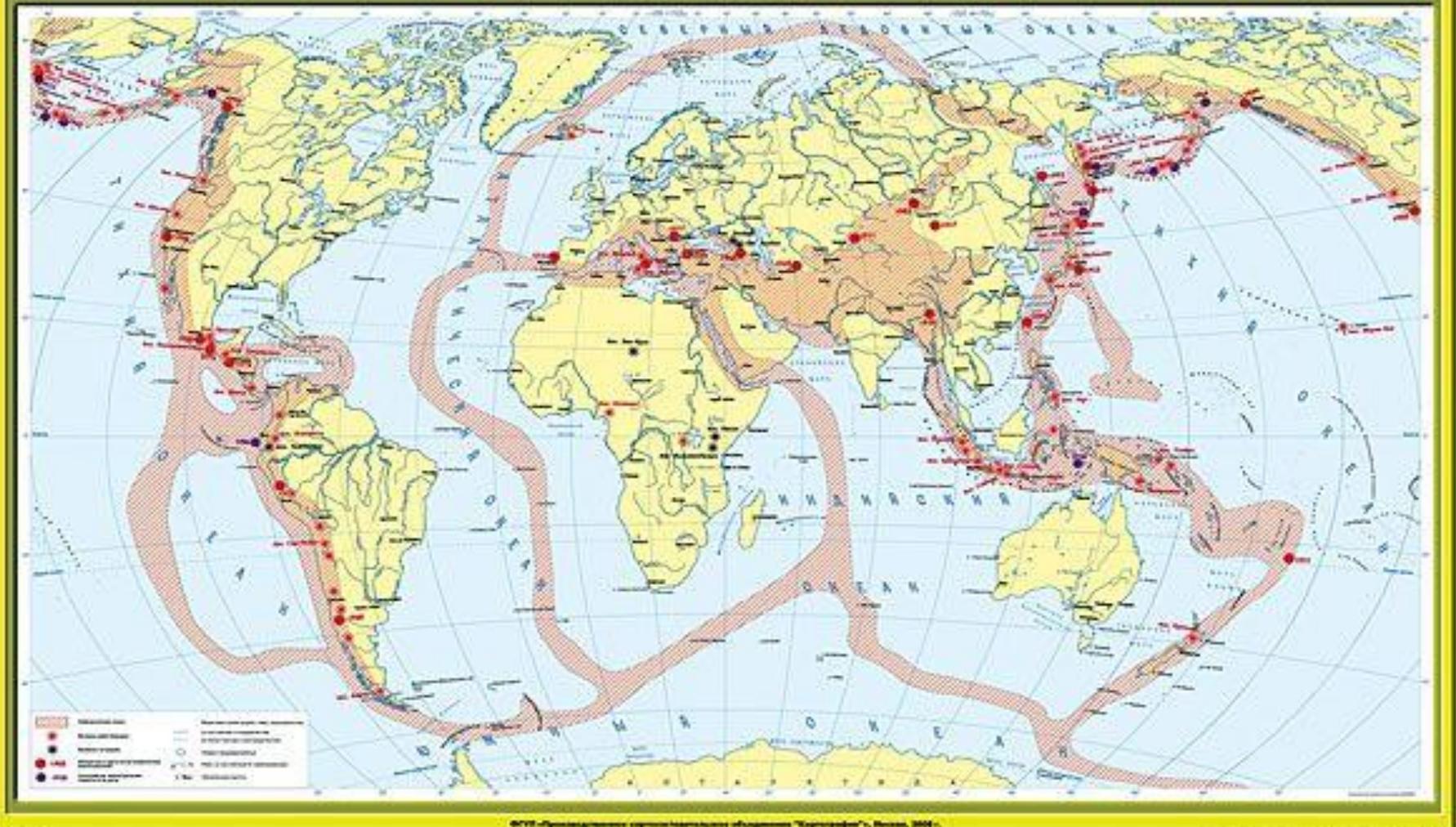


Рисунок 7  
Географическое распространение вулканов

**в) ДЕНУДАЦИОННЫЕ** землетрясения  
связаны с горными обвалами,  
крупными оползнями  
и провалами подземных пустот.  
Могут возникать в горных областях  
и в районах интенсивной разработки  
месторождений жидких  
и газообразных полезных ископаемых  
и вблизи крупных водохранилищ  
*(рисунок 8):*



Рисунок 8 Обвал как причина землетрясения

**г) ТЕХНОГЕННЫЕ** землетрясения  
являются следствием  
подземных взрывов (*рисунок 9*).  
Обладают незначительной силой.



Рисунок 9  
Взрыв  
как причина  
землетрясения

### ***3. СТРОИТЕЛЬСТВО В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ***

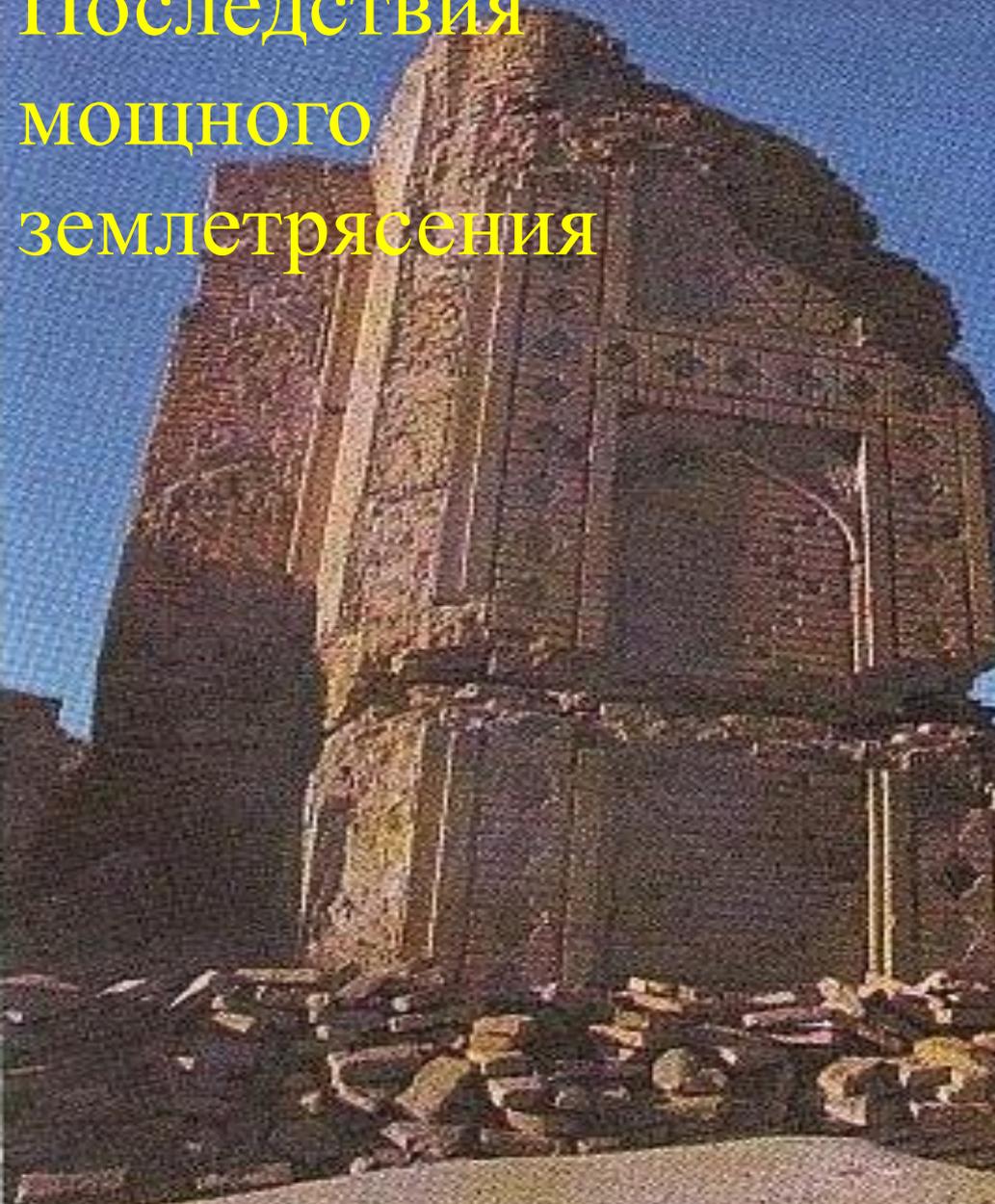
**Ежегодно на Земле происходит более 100 000 землетрясений, причём только 1% из них является ощутимыми, и лишь около 100 землетрясений в год являются разрушительными.**

**При этом землетрясения занимают  
второе место после ураганов и тайфунов  
по величине ущерба,  
наносимого человечеству  
*(рисунки 10, 11, 12).***

**Поэтому строительство  
в сейсмоопасных районах  
требует особого контроля качества работ  
и строительных материалов.**

# Рисунок 10

## Последствия МОЩНОГО землетрясения



Остатки бывшего величия и красоты средневековой мечети Аннау под Ашхабадом. Она существовала с XV в. и была полностью разрушена известным ашхабадским землетрясением (1948 г.) силой 9 баллов, когда весь город оказался в руинах, а число погибших достигло многих десятков тысяч. Обратите внимание на крупный горизонтальный разрыв в основании бывшего портала. Вместе с другими признаками он свидетельствует о сильнейшем горизонтальном импульсе.



Рисунок 11 Последствия землетрясения  
1994 г. в Нефтегорске



Рисунок 12  
Последствия  
мощного  
землетрясения

**Прежде всего, на основании результатов  
научных наблюдений  
составляют  
КАРТЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО  
РАЙОНИРОВАНИЯ.**

**Они отображают  
максимальную силу землетрясения  
для определённого района  
за весь период наблюдений  
(рисунки 13, 14):**



Рисунок 13 Сейсмическое районирование на карте мира

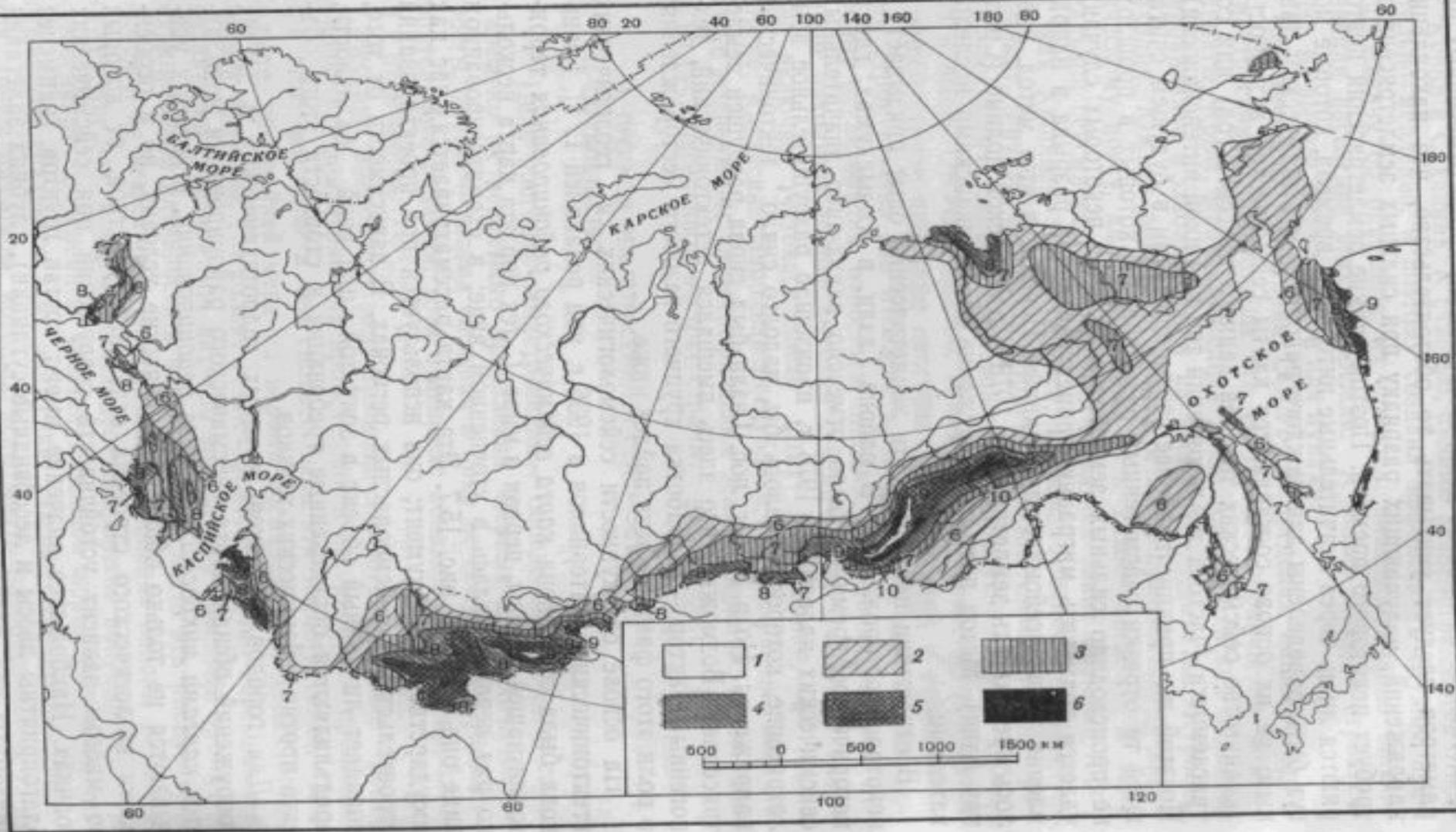


Рисунок 14 Карта сейсмического районирования СССР

1- 6 – зоны соответствующей балльности

**Для целей строительства  
этого недостаточно!**

**На сохранность сооружения  
оказывает влияние не только  
динамическое воздействие землетрясения,  
но и геологические условия площадки.**

**Неблагоприятная обстановка  
усиливает  
его разрушительное воздействие  
(рисунок 15):**



Fishki.net

Рисунок 15 Здание было возведено без учёта геологической обстановки участка

**Чтобы обеспечить  
безопасность сооружений на участке,  
необходимо произвести  
ПРИРАЩЕНИЕ БАЛЛЬНОСТИ –  
добавить к исходной балльности,  
найденной по карте,  
определённые величины.**

**Обычно, приращение составляет от 0,5 балла до 1,5-2 баллов с учётом**

- состава горных пород,**
- особенностей их залегания,**
- глубины залегания уровня  
грунтовых вод,**
- расчленённости рельефа.**

Приращение балльности грунтов относительно эталонного грунта

Название грунта	Приращение балльности
Слабо трещиноватые базальты	0
Ненарушенные базальты	От -0,2 до +0,3
Интенсивно разрушенные базальты зон дробления:	
без нарушения мерзлоты	От +0,3 до +0,5
с нарушением мерзлоты	От +I до +I,2
Четвертичные отложения:	
мерзлые	От +0,5 до +I
талые	От +2 до 2,5

**В результате должна быть составлена  
КАРТА СЕЙСМИЧЕСКОГО  
МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ  
(карта микросейсмического  
районирования)  
*(рисунок 16).***

**Согласуясь с ней, подбирают  
способ укрепления сооружения,  
ОПТИМАЛЬНЫЙ  
для конкретных условий.**

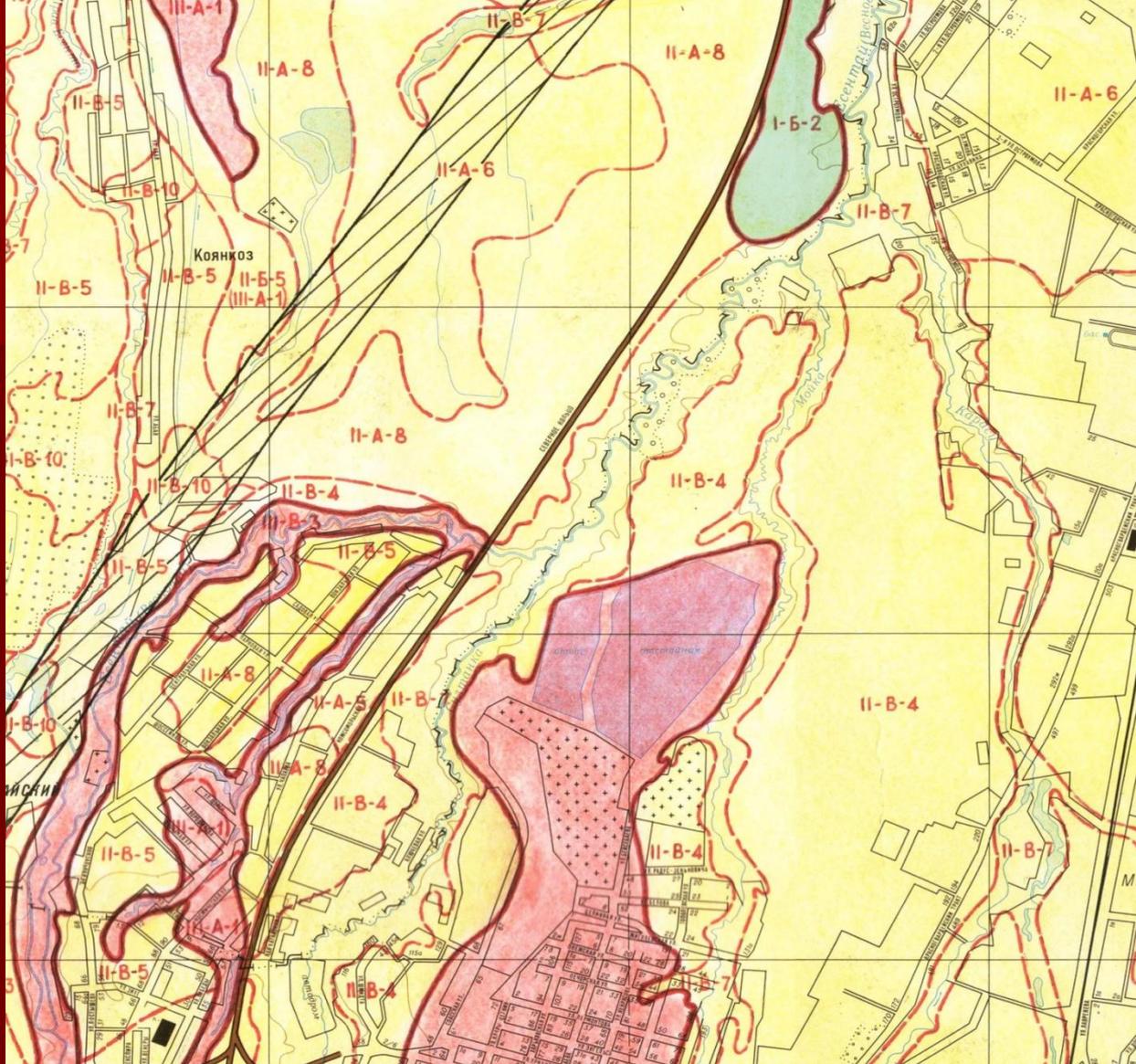


Рисунок 16 Карта сейсмического  
микрорайонирования

# **В комплекс антисейсмических мер входят**

- **заглубление фундамента,**
- **создание железобетонных поясов,**
- **облегчение кровли и межэтажных перекрытий,**
- **отказ от выступающих тяжеловесных деталей – карнизов, балконов, лепных украшений и т.д.**



Рисунок 17  
Сейсмостойкие  
здания,  
возведённые  
без учёта  
геологических  
условий.  
Тайпей  
1999 год

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:**

- ✓ Виды землетрясений.**
- ✓ Порядок строительства в сейсмически опасных районах.**
- ✓ Меры защиты зданий и сооружений.**

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

