

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

СП 14.13330.2011

(СНиП 11-7-81. Строительство
в сейсмических районах)

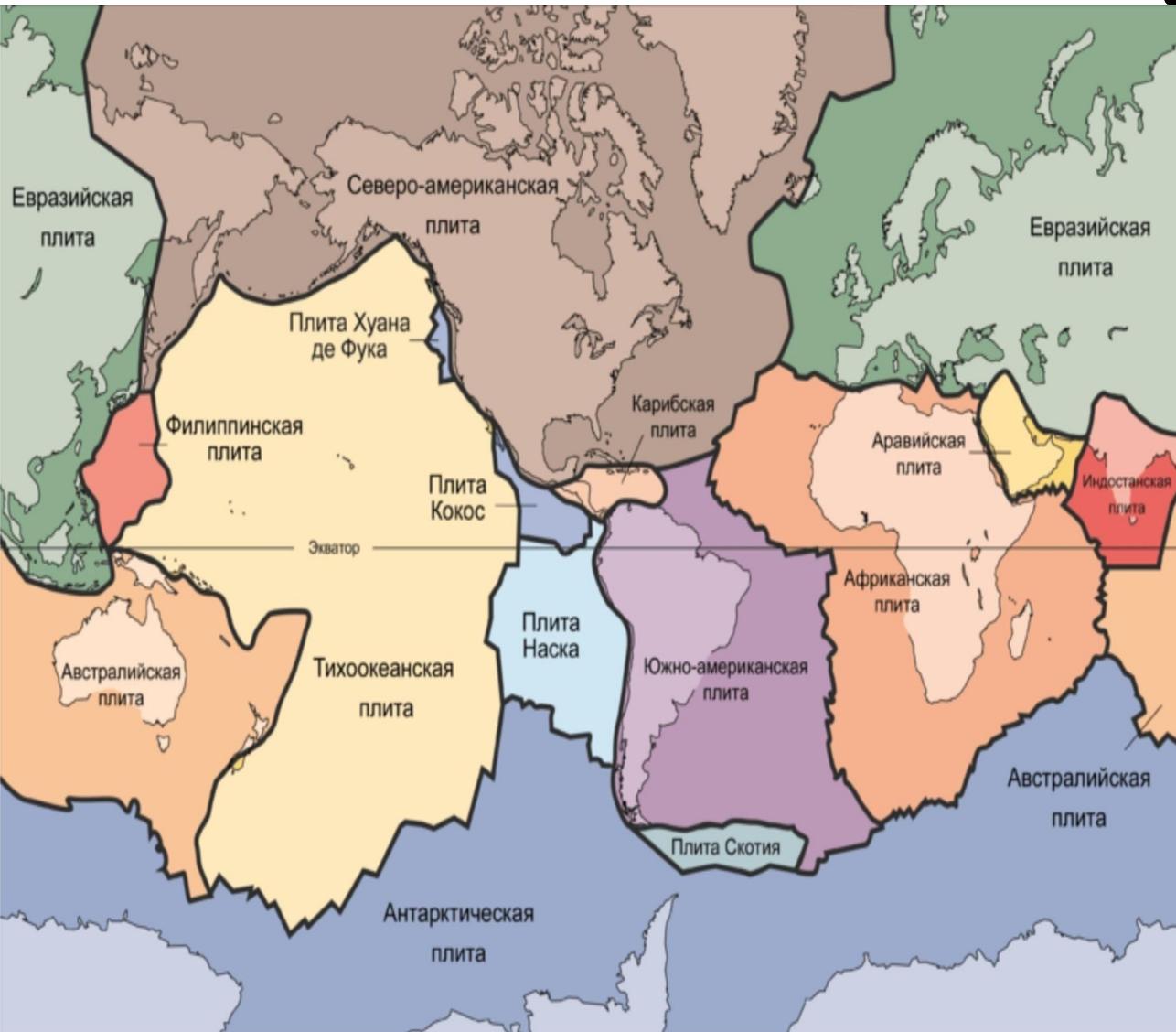
Сейсмические процессы в виде упругих колебаний возникают в результате разрядки внутренних напряжений Земли.

На суше они проявляются в виде землетрясений, на акватории - моретрясений

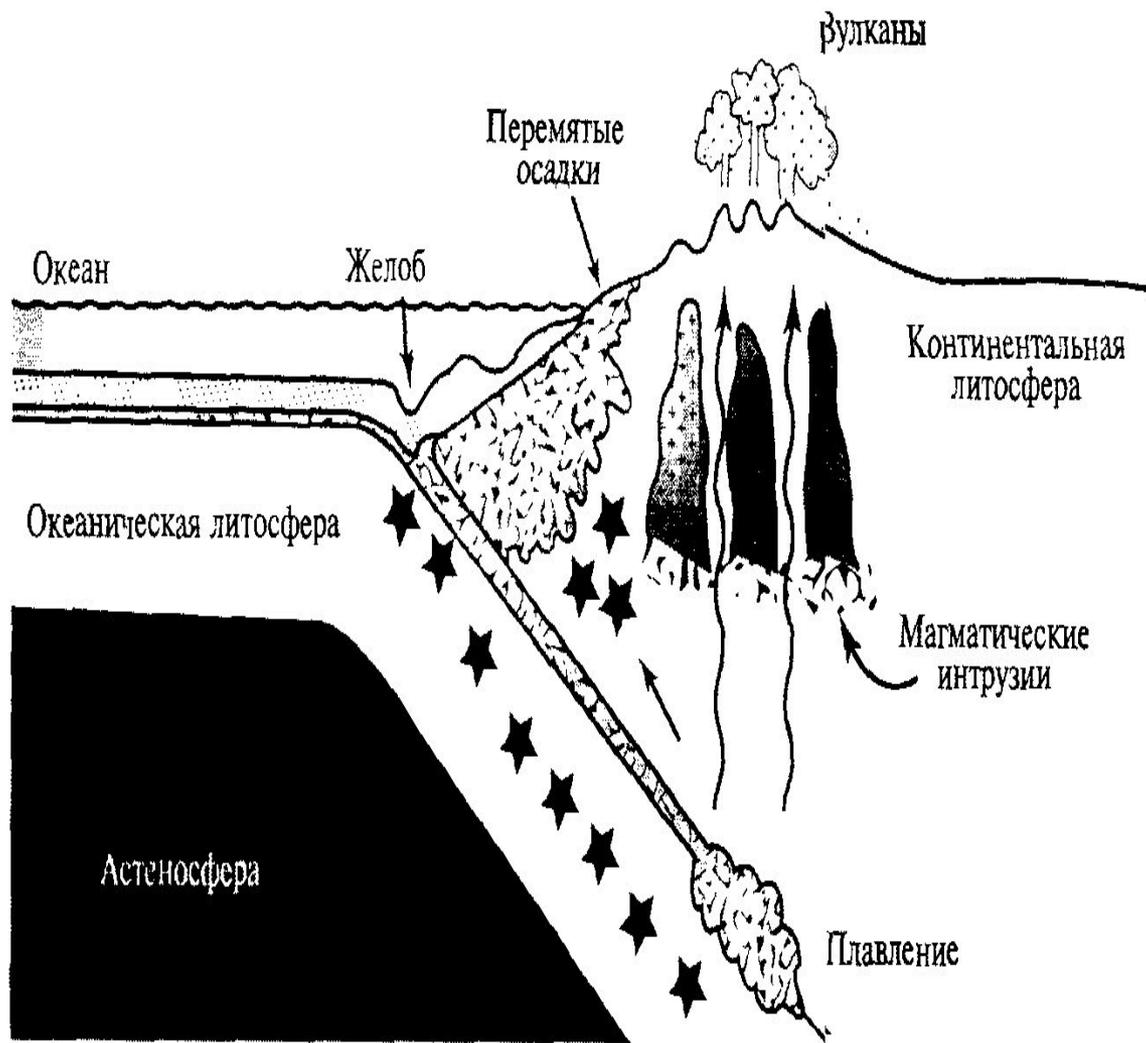
Причины землетрясений:

- **-вулканические** (извержения вулканов)
- **-денудационные** (обвальные и провальные)
- **-техногенные** (ядерные взрывы, проходка шахт и др.)
- **-тектонические** – связанные с процессами в недрах Земли

Землетрясения
тектонической природы
составляют 95% от
общего их числа



- При задержке в их движении на их границе накапливается кинетическая энергия, которая разряжается в виде упругих колебаний (триггерный эффект), формирующих сейсмические волны землетрясений



К границам плит приурочены сейсмофокальные зоны (показаны на рисунке звездочками) – области формирования очагов (гипоцентров) землетрясений

Различают фазы землетрясения:

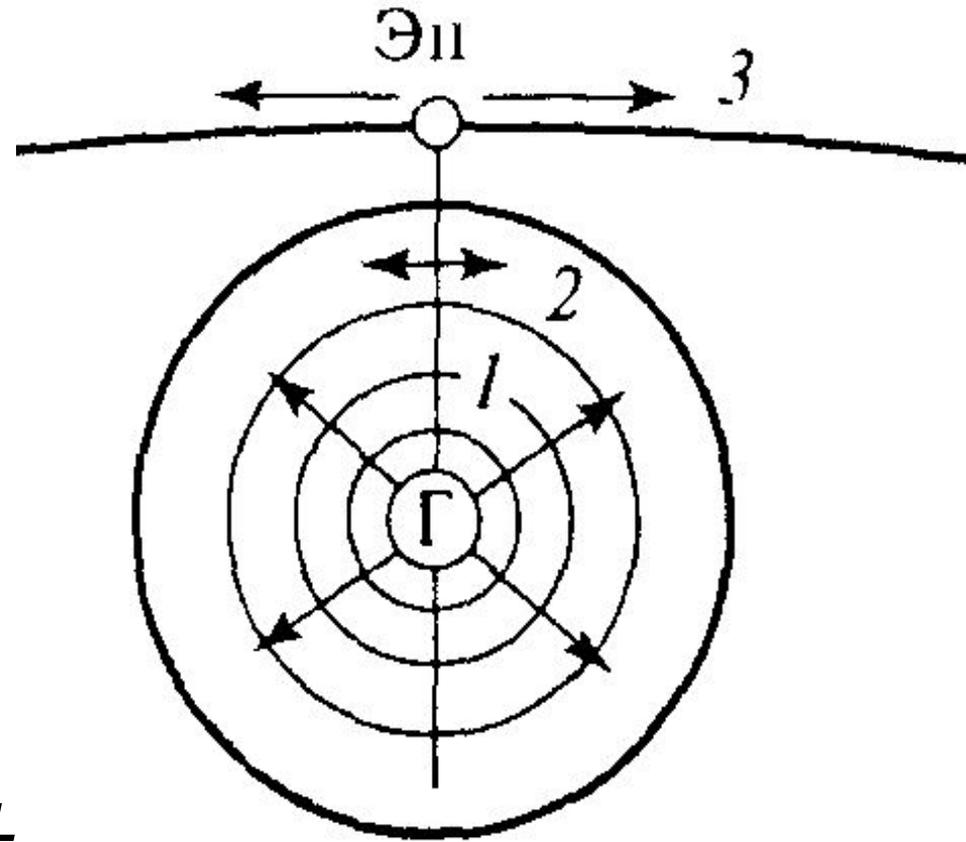
**-предварительные толчки
(форешоки);**

-основной удар;

**-затухающие толчки (афтершоки),
которые могут продолжаться
долгое время**

Элементы землетрясения:

- Г-гипоцентр (очаг),
- Эп-эпицентр –
проекция
гипоцентра на
поверхность;
- Сейсмические
волны:
- 1- продольные V_p ;
- 2-поперечные V_s ;
- 3-поверхностные V_L



Скорость распространения продольных (v_p) и поперечных (v_s) волн в различных породах и в воде, км/сек

Горные породы	v_p	v_s
Скальные (граниты, гнейсы, песчаники, известняки и др.)	1,5—5,6	0,9—3,6
Полускальные (гипсы, мергели, глинистые сланцы)	1,4—3,0	0,9—1,8
Крупнообломочные (галечники, гравий и др.)	1,1—2,1	0,5—1,1
Песчаные (пески разной крупности)	0,7—1,6	0,35—0,85
Глинистые (глины, суглинки, супеси)	0,6—1,5	0,35—0,8
Насыпные грунты и почвы	0,2—0,5	0,1—0,27
Мерзлые (песчано-глинистые)	1,0—2,5	0,5—1,25
Вода	1,43—1,48	—
Лед	2,0	1,0

По глубине залегания гипоцентра различают:

- ***-приповерхностные – до 10 км;***
- ***-коровые – до 60 км (наиболее часто происходящие и разрушительные);***
- ***-глубинные – до 700 км.***

Оценка силы землетрясения

- **Существует 2 основные метода определения мощности землетрясения:**
- **а) по *Магнитуде* – указывается уровень высвобождаемой энергии внутри земли**
- **б) по *Интенсивности* – отражается результат землетрясения на поверхности земли**

Магнитуда

- **Измеряется по *шкале Рихтера* - логарифмическая шкала от 1 до 9,5 баллов.**
- **Увеличение магнитуды на 1,0 соответствует увеличению амплитуды колебаний в 10 раз и увеличению энергии ~ в 32 раза.**

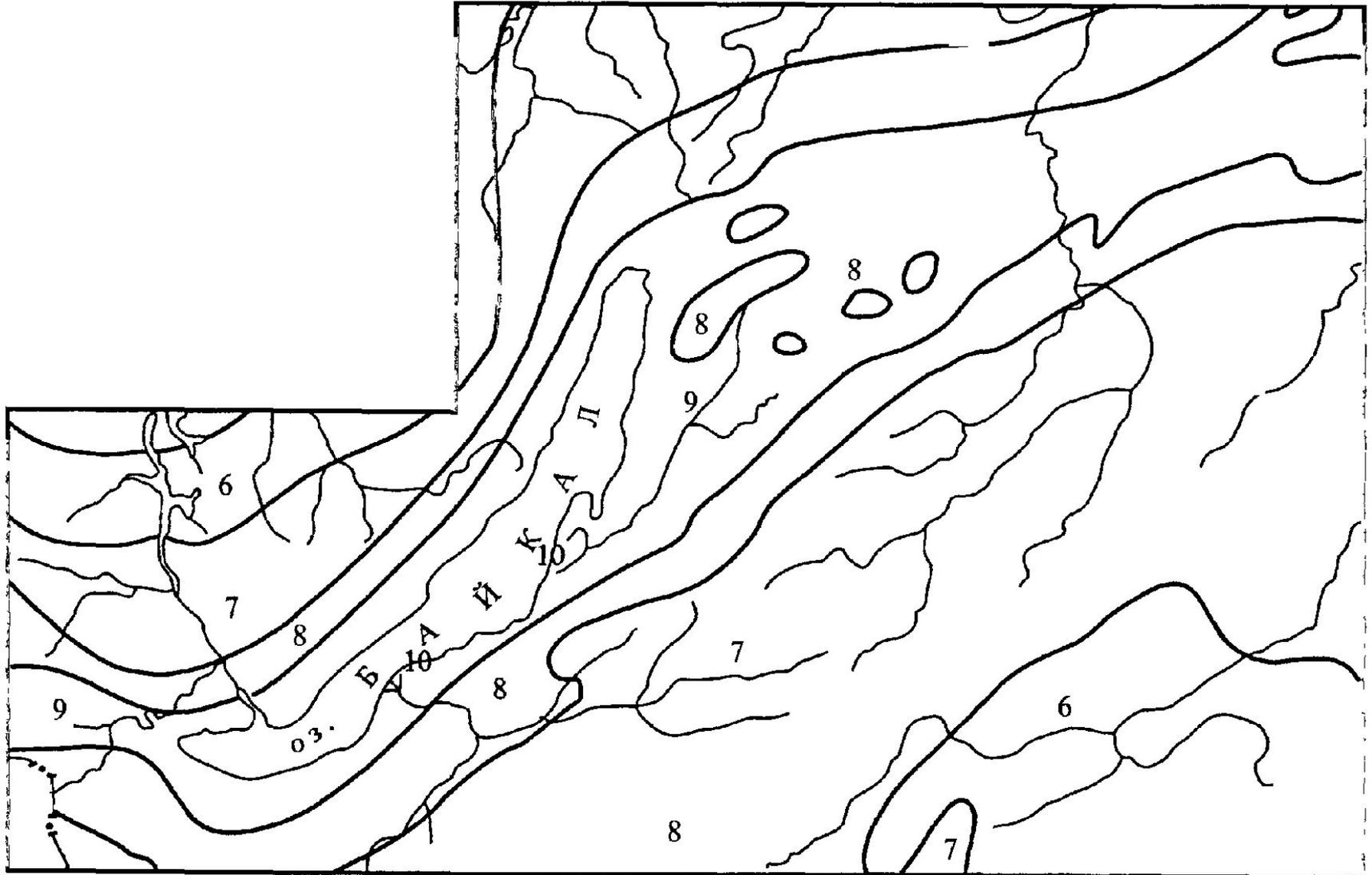
Интенсивность

- Устанавливается по результатам землетрясения с использованием линейной шкалы **MSK-64** в 12 уровней (баллов).
- Сейсмические нормативы проектирования в РФ установлены в соответствии со шкалой MSK, идентичной системе *Modified Mercalli Index (MMI)*, используемой за рубежом.

**Сейсмическая шкала Института физики Земли АН СССР
(по С. В. Медведеву, 1962)**

Балл	Интенсивность землетрясения	X_0 , мм	α , мм/с	Сейсмическое ускорение в долях g
1	Незаметное	—	2.5	—
2	Очень слабое	—	2.6—5.0	—
3	Слабое	—	5.1—10	—
4	Умеренное	0.5	11—25	—
5	Довольно сильное	0.5—1.0	20—50	0.25
6	Сильное	1.1—2.0	51—100	0.025—0.05
7	Очень сильное	2.1—4.0	101—250	0.05—0.1
8	Разрушительное	4.1—8.0	251—500	0.1—0.2
9	Опустошительное	8.1—16.0	501—1000	0.2—0.4
10	Уничтожающее	16.1—32.0	1001—2500	0.4
11	Катастрофа	32	2501—5000	—
12	Сильная катастрофа	—	5000	—

Сейсмическое районирование Байкальской рифтовой зоны

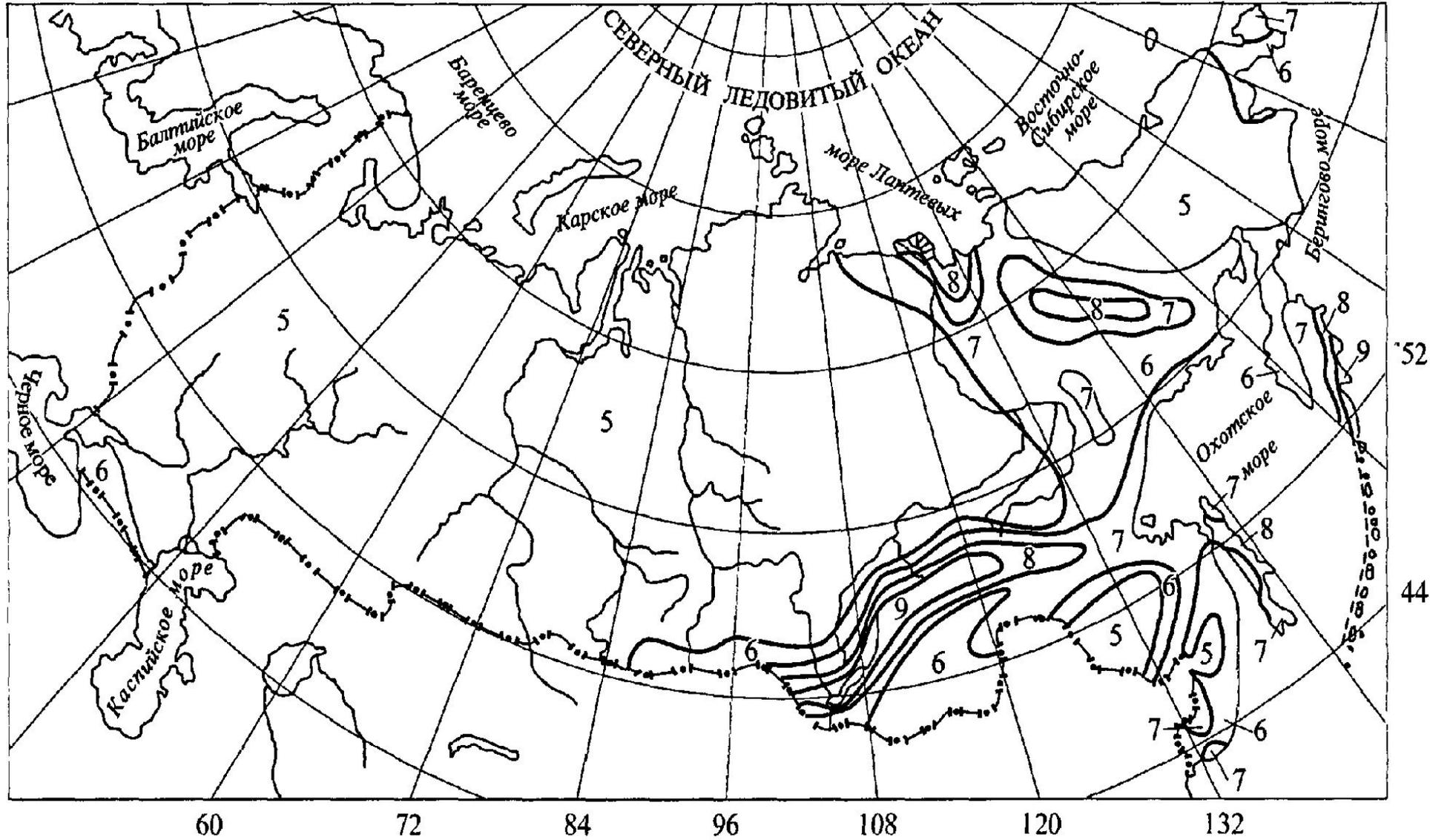


**Сейсмические нормативы проектирования содержатся в СП 14.1330.2011 (СНиП 11-7-81).
Здесь представлен список населенных пунктов РФ,
расположенных в районах с сейсмичностью 7 и выше в баллах шкалы **MSK-64** для средних грунтовых условий и 3-х степеней сейсмической опасности (срока рецидивного землетрясения)-10%, 5%, 1% в течение 50-ти лет**

СП (СНиП) также содержит комплект карт (А,В,С) РФ - ОСР-97 масштаба **1:8 000 000, составленных для осуществления антисейсмических мероприятий при строительстве объектов различной ответственности – массовое строительство (карта А), технически сложные и уникальные сооружения (карты В и С).**

Сейсмическое районирование РФ, шкала MSK-64

12 24 36 60 84 108 132 156 168 180



П.4.4 Количественную оценку сейсмичности площадки строительства с учетом грунтовых и гидрогеологических условий следует проводить на основании сейсмического микрорайонирования... в виде исключения допускается определять сейсмичность согласно таблице 1.

Таблица 1. Сейсмичность площадки строительства (с упрощениями)

Категория грунта по сейсмич. свойствам	Грунты	Скорость сейсмических волн		Сейсмичность площадки строительства при сейсмичности района по карте ОСР-97, баллы		
		поперечных, м/с	отнош-е скоростей продольн. и поперечн.	7	8	9
I	<i>Скальные всех видов, твердомерзлые (вечномерзлые) при температуре -2°С и ниже</i>	Равна или выше 700	1,7-2.2	6	7	8
II	<i>Скальные выветрелые, грунты песчаные маловлажные, глинистые – твердые плотные, вечномерзлые дисперсные</i>	250-700	1.45-2.2 (неводонасыщ.), 2.2-3.5 – (водонасыщ.)	7	8	9
III	<i>Пески рыхлые, глинистые грунты пластичные и текучие с высокой пористостью, оттаивающие мерзлые дисперсные грунты</i>	60-250	3.5-15	8	9	бо-лее 9

Основное влияние на сейсмическую интенсивность оказывают свойства верхней 10-метровой толщи грунтов.

- **Наименьшей интенсивностью** характеризуются сотрясения на скальных грунтах – гранитах, песчаниках, известняках и др.

Средние значения сейсмической интенсивности у плотных дисперсных грунтов – песков, супесей, суглинков и глин.

Наибольшая сейсмическая интенсивность отмечена на рыхлых дисперсных грунтах – в первую очередь насыпных.

При сейсмическом
микрорайонировании (**СМР**)
изучаются не источники
сейсмической опасности, а
**реакция грунтов на
сейсмические воздействия.**

П.4.5.(с упрощениями) Площадки,

расположенные:

-вблизи плоскостей тектонических разломов;

-с крутизной склонов 15° и более;

-с нарушением пород физико-геологическими процессами...

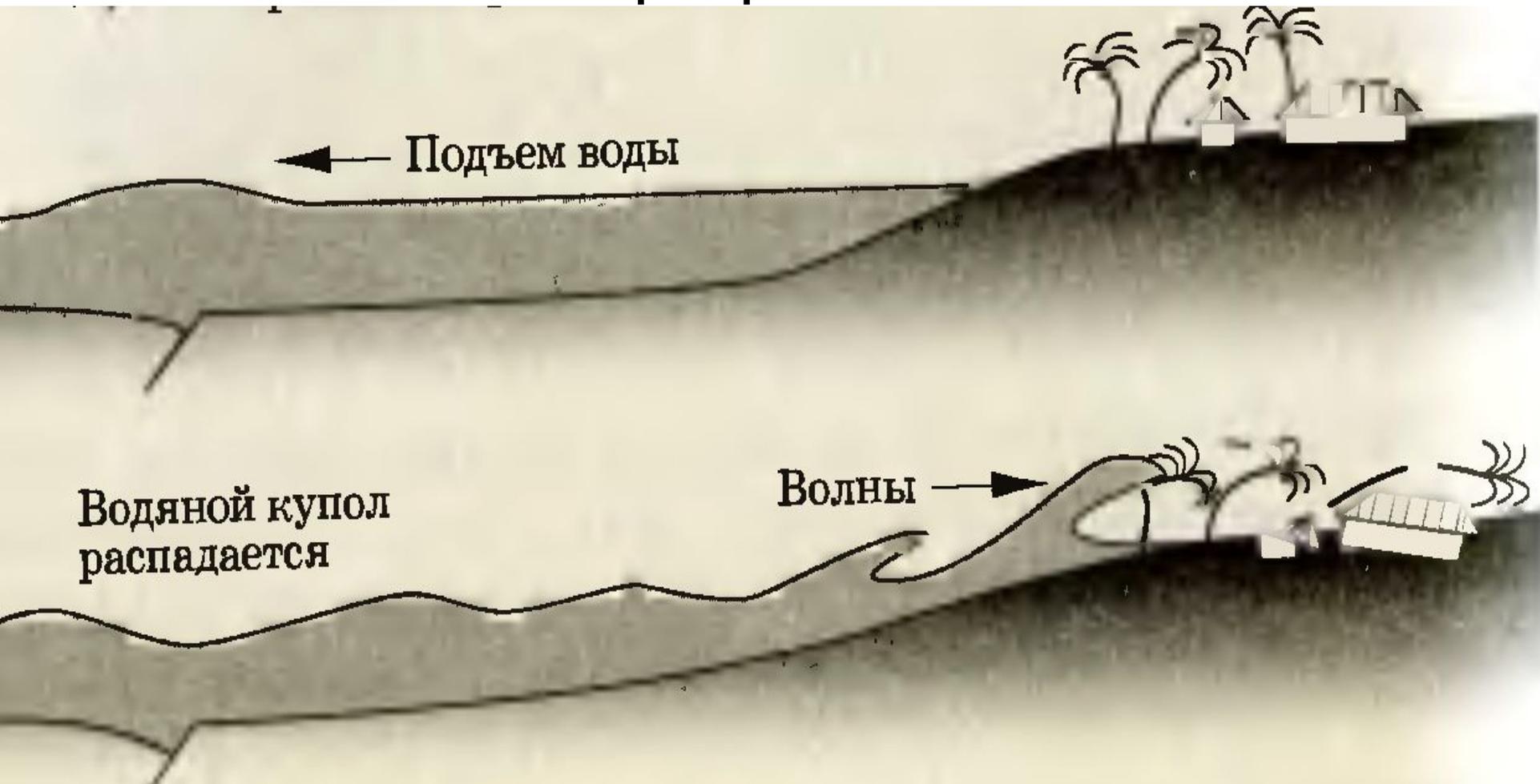
-сложенные просадочными и набухающими грунтами..., пльвунами, оползнями...

являются неблагоприятными в сейсмическом отношении

Моретрясения и цунами

- *Океанические волны различной высоты, перемещающиеся в сторону побережья – **цунами**, возникают , когда эпицентр сейсмического очага находится на дне океана*

Образование цунами над глубинным океаническим разломом – эпицентром моретрясения



Моретрясение и цунами

26.12.2004 г.

В истории человечества 26 декабря 2004 года ознаменовалось, трагедией огромных масштабов. В недрах земли под Индийским океаном, близ индонезийского острова Симелуэ произошло землетрясение магнитудой от 9,1 до 9,3 баллов. Оно породило целую серию волн-убийц, которые в течение нескольких часов принесли чудовищные разрушения и многотысячные человеческие жертвы на берега многих стран региона.

Последствия цунами 2004 года



Моретрясение, поднявшее гигантские волны, было настолько сильным, что *прошло Землю насквозь*, вызвав в США *колебания почвы до 3 мм*. Из-за высвободившейся энергии *наша планета изменила скорость вращения, сократив продолжительность суток на 2,6 микросекунды*. Некоторые мелкие острова близ о-ва Суматра переместились *до 20 метров*.

Прогноз землетрясений

- Ученым **хорошо известны районы**, где с **наибольшей вероятностью** могут произойти землетрясения (90% землетрясений происходит на 10% поверхности Земли), но **никто не может предсказать даже по таким районам, когда и где оно произойдет.**
- Поэтому расчетный срок рецидивного землетрясения (карты А,В,С) – лишь математическое выражение вероятности сейсмического события