

## РОССИЙСКИЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

А.С. Алешин<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>д.ф.-м.н., главный научный сотрудник ИФЗ РАН, Москва, Россия, [asa@ifz.ru](mailto:asa@ifz.ru)

**Аннотация.** В последние годы в сейсмическом районировании России был выпущен ряд нормативных документов нового поколения, регламентирующих проведение работ по детальному сейсмическому районированию (ДСР) и сейсмическому микрорайонированию (СМР). В докладе кратко описываются основные особенности новых документов.

## RUSSIAN NORMATIVE DOCUMENTS OF THE NEW GENERATION IN THE FIELD OF SEISMIC ZONING

A.S. Aleshin<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Chief Researcher of the Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences (IPE RAS), Moscow, Russia, [asa@ifz.ru](mailto:asa@ifz.ru)

**Abstract.** A number of Russian normative documents on seismic zoning of the new generation, regulating of works as in the detailed seismic zoning (DSZ) and to in the seismic microzoning (SMZ) was issued in recent years. The report briefly describes the main features of the new documents.

## СЕЙСМИКАЛЫК РАЙОНДОШТУРУУ ТАРМАГЫНДАГЫ ЖАҢЫ МУУНДАГЫ РОССИЯЛЫК НОРМАТИВДИК ДОКУМЕНТТЕР

А.С. Алешин<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>ф.-м.и.д., ИФЗ РИА башкы илимий кызматкер, Москва, Россия, [asa@ifz.ru](mailto:asa@ifz.ru)

**Аннотация.** Акыркы жылдары Россияны сейсмикалык райондоштурууда деталдык сейсмикалык райондоштуруу (ДСР) жана сейсмикалык микрорайондоштуруу (СМР) боюнча иштерин жүргүзүүнү жөнгө салуучу бир катар жаңы муундагы нормативдик документтер чыгарылган. Макалда жаңы документтердин негизги өзгөчөлүктөрү кыскача берилет.

В последние годы в сейсмическом районировании России был выпущен ряд нормативных документов нового поколения, регламентирующих проведение работ по детальному сейсмическому районированию (ДСР) и сейсмическому микрорайонированию (СМР). В докладе кратко описываются основные особенности новых документов.

Прежде всего, отметим, что вплоть до последнего времени не существовало официально утвержденных документов на проведение работ по ДСР. В новом документе СП 286.1325800.2016 [1] подробно прописана методика сеймотектонических и сейсмологических исследований, по результатам которых строится схема зон ВОЗ района работ. С использованием схемы зон ВОЗ выполняются

расчеты прогнозных параметров сейсмических воздействий. При этом предлагается воспользоваться модельными соотношениями, разработанными Ф.Ф. Аптикаевым [2], проиллюстрированными рис.1. При этом в окрестности очага выделяются участки с различным законом затухания. Другой существенной особенностью модели Аптикаева является то, что константы затухания зависят от типа подвижки, как это показано в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость констант затухания от типа подвижки в очаге

| Тип подвижки         | $PGA_0, \text{ см/с}^2$ | $C$   |
|----------------------|-------------------------|-------|
| Взброс, $T$          | 900                     | 0.800 |
| Взбросо-сдвиг, $T-S$ | 757                     | 0.717 |
| Сдвиг, $S$           | 637                     | 0.633 |
| Сбросо-сдвиг, $N-S$  | 536                     | 0.550 |
| Сброс, $N$           | 450                     | 0.467 |

Полученные характеристики сейсмических воздействий являются исходными при проведении СМР.

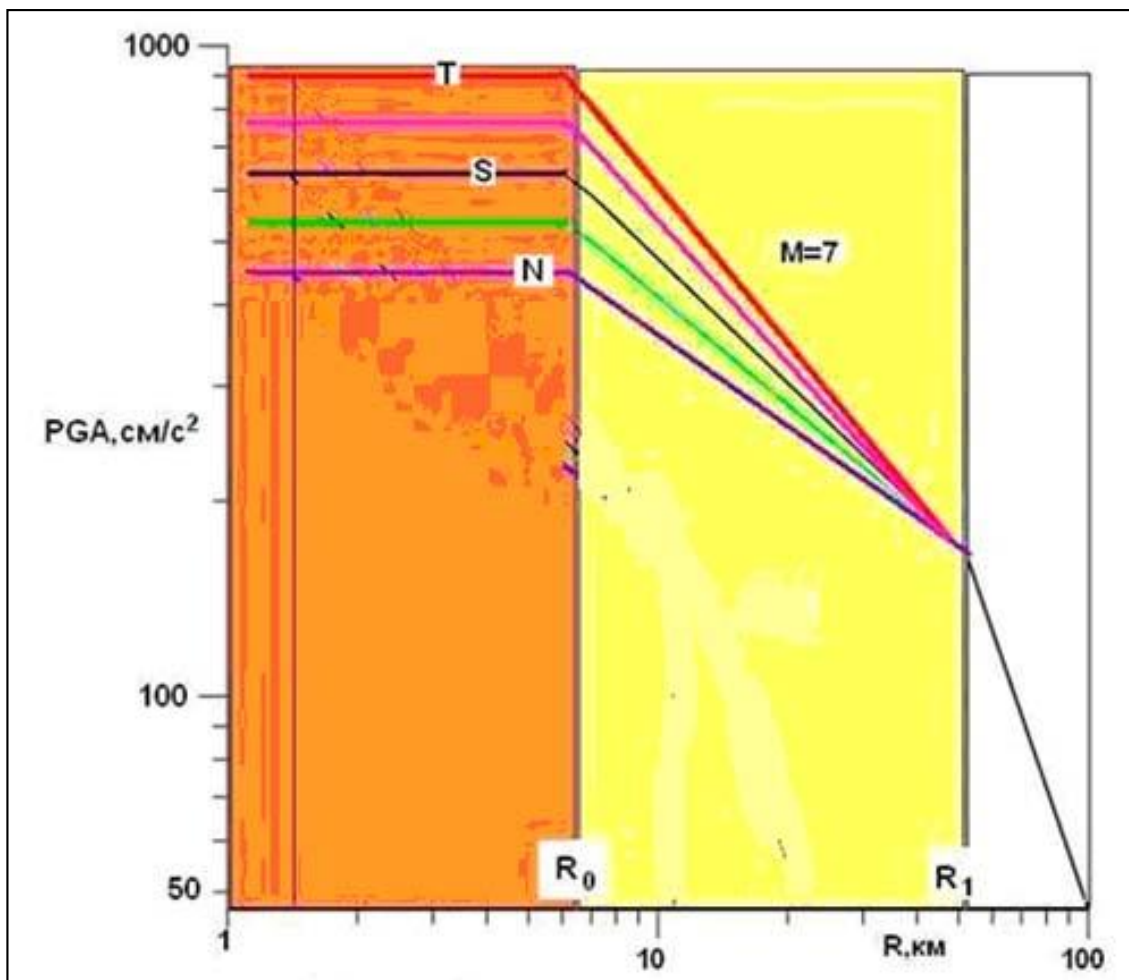


Рис.1 Различные зоны затухания по Аптикаеву [2]

Порядок работ по СМР регламентируются документом СП 283.1325800.2016 [3]. Особенности методики СМР определяются представлениями о непрерывно распределенных в пространстве (континуальных) свойствах сейсмической среды [4]. Согласно новому документу, в тезисной форме эти особенности заключаются в следующем:

1. Наряду с баллом предлагается использовать непрерывно распределенные физические величины - ускорения, периоды и длительности сейсмических колебаний.

2. Становится необязательным (даже нежелательным, поскольку обуславливает ошибки!) использование понятия грунтовых категорий, вместо которых при описании свойств грунтового массива предлагается применить непрерывно распределенную величину сейсмической жесткости 30-метровой толщи. Использование постоянных грунтовых поправок, соответствующих определенной грунтовой категории, обуславливает скачкообразные изменения на границах категорий и соответствующие ошибки. Постоянство значений грунтового коэффициента для всего диапазона свойств, характеризуемых грунтовой категорией, обуславливает нагружение среды воздействием, неадекватным свойствам среды. Смысл сказанного поясняется примером, приведенным на рис.2. На участке **a** постоянный грунтовый коэффициент ниже, а на участке **b** - выше графика нагрузки, показанного красной линией. Увеличение количества категорий, хотя уменьшает скачки на границах, но принципиально не изменяет ситуацию.

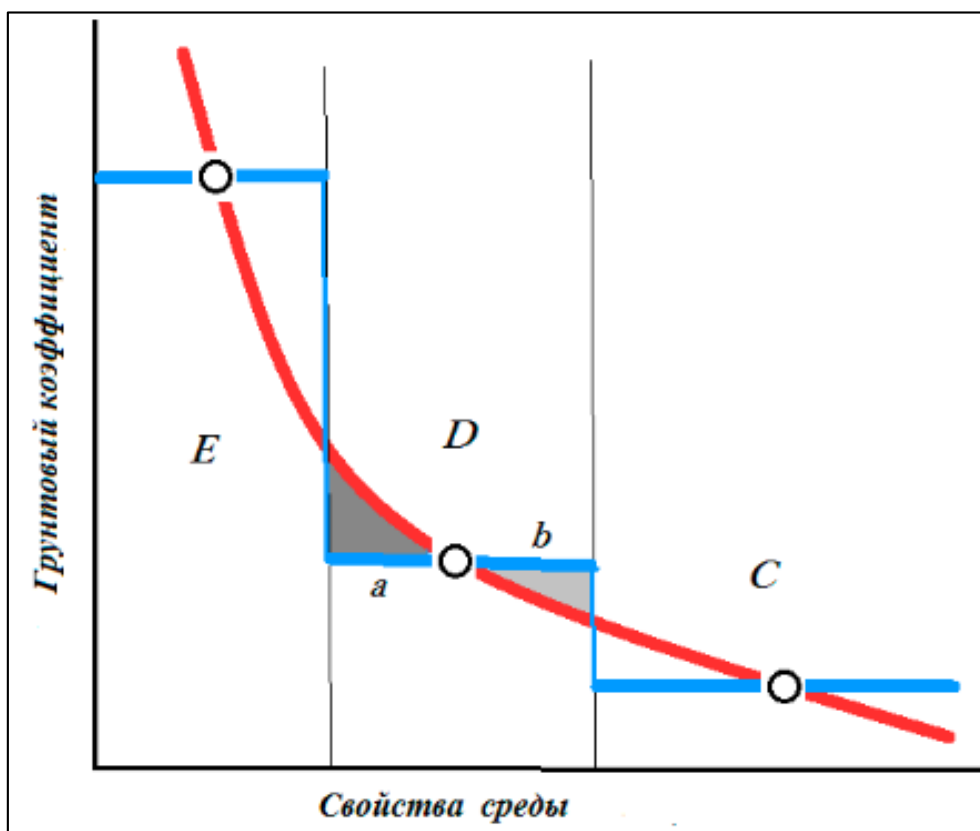


Рис.2 Зависимость грунтовых коэффициентов от свойств среды

3. Для учета влияния свойств грунта на сейсмическую интенсивность предлагается использовать грунтовые коэффициенты  $F_a$  для высокочастотной (выше 2 Гц) и низкочастотной  $F_v$  (в диапазоне от 0,25 Гц до 2 Гц) частей спектра сейсмических колебаний.

4. Вместо понятия "среднего" грунта вводится понятие "референтного" грунта, по отношению к которому следует оценивать реакцию исследуемых грунтов на сейсмические воздействия. Параметры "референтного" грунта нормативно закрепляются. В качестве "референтного" рекомендуется принять грунт с повышенной сейсмической жесткостью  $R_0 = 2000 \text{ тм}^{-2}\text{с}^{-1}$ , что позволит избежать влияния нелинейности свойств грунтов при сильных (более 7 баллов и ускорениях более 0,1 g) сейсмических воздействиях.

5. Для определения грунтовых коэффициентов  $F_a$  и  $F_v$  в линейном диапазоне напряжений и деформаций при ускорениях исходных сейсмических воздействий не более 0,1 g через значение сейсмической жесткости  $R$  (в  $\text{т}\cdot\text{с}\cdot\text{м}^{-2}$ ) следует пользоваться выражениями:  $\lg F_a = -0,4 \lg R + 1,32$  и  $\lg F_v = -0,6 \lg R + 2$ .

6. Для характеристики спектральных особенностей грунтовой толщи предлагается отказаться от значений коэффициентов динамичности, определенных нормативом СП 14.13330.2014 [5], а использовать значения, определенные на основе расчетов моделей с реальными параметрами. Нормативная зависимость не учитывает возможные эффекты, связанные с резонансными явлениями. Контрастный пример различий приведен на рис.3. Следует заметить, что аналогичные резонансные графики коэффициентов динамичности приведены в атомных нормах [6]. Но там они обусловлены малым затуханием в системе осцилляторов, в то время как резонансный вид модельного графика обусловлен резонансом в толще грунта.

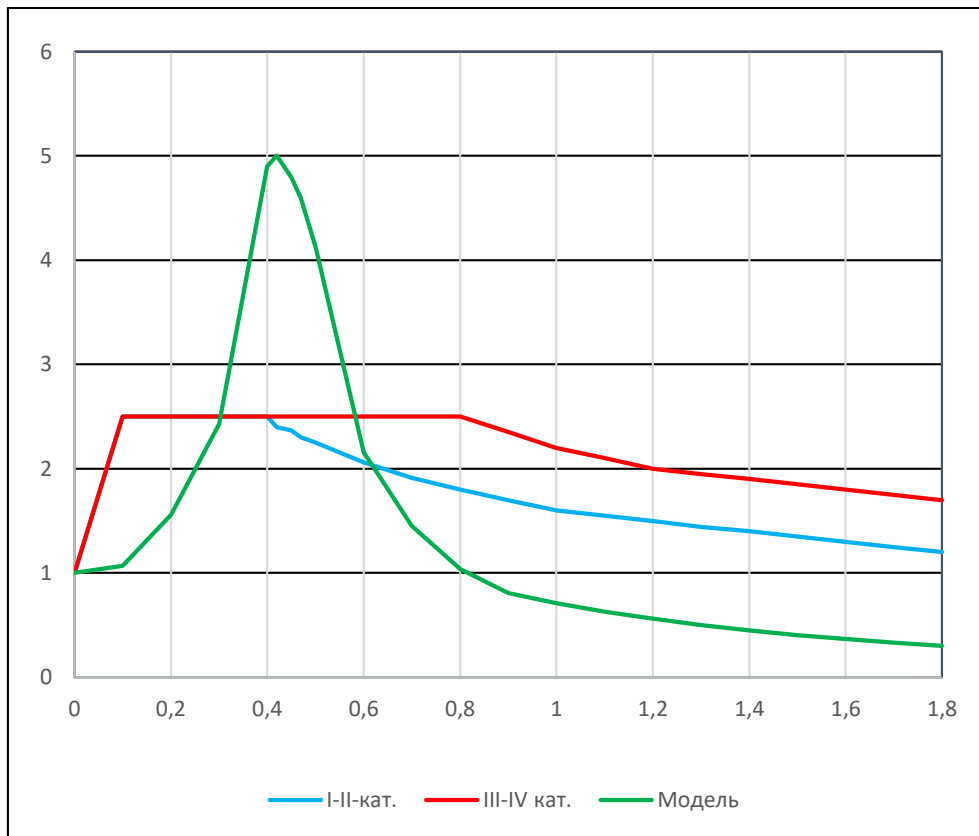


Рис.3 Графики коэффициентов динамичности по СП14.13330.2016 и модели

7. Для случая использования макросейсмических представлений (балл) предложена модифицированная формула метода сейсмической жесткости, учитывающая как влияние сейсмической жесткости грунтов, так и спектральные характеристики грунтового массива  $\Delta I = 2,5 \lg b R_0 / (R_0 + R_1)$ , где  $R_0, R_1$  – соответственно сейсмическая жесткость референтного и исследуемого грунта,  $b$  – максимум коэффициента динамичности. Численный коэффициент 2,5 обусловлен шагом шкалы сейсмической интенсивности ШСИ [2] согласно которой увеличение сейсмической интенсивности на 1 балл соответствует увеличению ускорения в 2.5 раза.

8. Влияние нелинейных свойств грунтов на грунтовые коэффициенты при сильных сейсмических воздействиях учитывается коэффициентами редукции.

Описанные документы, регламентирующие работы по СМР, хотя в целом соответствуют нормативным установкам ряда развитых стран (в первую очередь, США), выгодно отличаются от них, поскольку в их основе лежат ясные модельные представления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **СП 286. 1325800.2016.** Объекты строительные повышенной ответственности. Правила детального сейсмического районирования

2. *Антикаев Ф.Ф. Инструментальная шкала сейсмической интенсивности. М., Наука и Образование, 2012.*
3. *СП 283. 1325800.2016. Объекты строительные повышенной ответственности. Правила сейсмического микрорайонирования.*
4. *Алешин А.С. Континуальная теория сейсмического микрорайонирования. М., Научный мир, 2017, 300 с.*
5. *СП 14.13330. 2014. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. М., 2014.*
6. *НП-031-01. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. - М. 2001.*