

ШКАЛА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ И НОРМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Я. М. АЙЗЕНБЕРГ, д-р техн. наук, проф.
(ЦИСС ЦНИИСК им.В. А. Кучеренко, Москва)



Обсуждаются проблемы построения и области использования шкал сейсмической интенсивности. Основное внимание уделено шкалам типа MSK и ее модификациям. Показаны некоторые неточности и ошибки шкалы MSK-64 в части классификации зданий по их сейсмостойкости, которые иллюстрируются анализом сейсмических разрушений. Эти дефекты шкалы делают недостоверными результаты использования шкалы.

Рассматривается предложение об отказе от применения понятий и параметров сейсмической шкалы при дальнейшем развитии норм и стандартов по проектированию сооружений для строительства в сейсмоопасных районах.

Обсуждается предложение о разработке карт сейсмического зонирования для нужд строительного проектирования.

Ключевые слова: шкала сейсмической интенсивности, балл сейсмической интенсивности, карта сейсмического зонирования, нормы проектирования, ускорения, скорости, смещения.

1. Введение

Содержание настоящих заметок является продолжением обсуждения шкалы сейсмической интенсивности, которому в последние годы было посвящено множество публикаций, например, [1, 3-6]. В этих и других публикациях представлены различные аспекты, связанные с самой шкалой, а также с ее практическими приложениями. Одним из предметов дискуссий является вопрос о целесообразности прямого использования параметров сейсмической шкалы MSK в нормах проектирования сооружений, строящихся в сейсмических районах [1, 3, 5].

Статья проф. А.Г. Назарова [5] называется категорически «О целесообразности отказа от сейсмической шкалы для оценки интенсивности сильных землетрясений». Не менее категоричны апологеты противоположной точки зрения, именно — о необходимости сохранения и развития шкал сейсмической интенсивности [3, 4], включая создание региональных шкал сейсмической интенсивности.

Существует большое количество точек зрения по самым разнообразным аспектам построения и применения сейсмических шкал.

Наиболее принципиально трудной проблемой при анализе сейсмических шкал является то обстоятельство, что все существующие сейсмические шкалы, по сути, шкалами, в традиционном смысле, не являются.

Шкала измерительного прибора — это совокупность отметок и цифр на отсчетном устройстве прибора, соответствующих ряду последовательных значений измеряемой величины.

В случае сейсмических шкал, которые, согласно приведенному определению, как раз и являются прибором, такое однозначное и точное соответствие отсутствует. Например, «балл» формально является как бы мерой интенсивности землетрясения. Но что такое «интенсивность»? Каков количественный эквивалент? Величина ускорения? Объем разрушений сооружений? Трещины в грунте? Или все эти явления, вместе взятые? Но они часто противоречат друг

другу. Ясно, что сейсмические шкалы носят весьма приближенный, размытый характер, типа оценок в теории распознавания образов. Но и подобные размытые оценки бывают полезны в отсутствии других, более точных.

Понимая это, многие специалисты, к которым относится и автор статьи, считают, что подобные грубые шкалы все же могут быть полезны для определенных целей. Например, для уточнения сейсмического районирования. Разумеется, эти и другие принципиальные вопросы — о необходимости и методологии построения будущих шкал — нуждаются в анализе, в обсуждениях и в дальнейших исследованиях.

2. О неточностях и ошибках действующей шкалы

В данной статье обсуждаются два взаимосвязанных вопроса. Один из них относится к иллюстрации дефектов существующей редакции шкалы MSK-64. Другой вопрос — может ли шкала использоваться в строительных нормах даже если эти дефекты устранить?

В табл.1 представлена классификация зданий по сейсмической уязвимости, которая принята в одной из самых популярных и до сих пор наиболее часто используемых в литературе и в официальных документах шкале MSK-64 [2].

Таблица 1.

Классификация зданий по сейсмостойкости (или по сейсмической уязвимости) согласно шкале MSK-64

Класс (вид) зданий	Описание материала и конструктивного решения
А	Здания из рваного камня. Сельские постройки. Дома из кирпича-сырца, глинобитные дома.
Б	Обычные кирпичные дома. Здания крупноблочного и панельного типа. Фахверковые строения. Здания из естественного тесаного камня.
В	Каркасные железобетонные дома. Деревянные дома хорошей постройки.

Описания материалов и конструктивного решения зданий в шкале MSK-64, а также в шкалах MMSK-86, MMSK-92 и в других шкалах, содержат, по крайней мере, две ошибки.

Ошибка №1. Уровень сейсмостойкости (или уязвимости) приписывается назначению постройки, например, «Факверковые строения» или неопределенные формулировки типа «Сельские постройки», «Каркасные железобетонные здания» или материалам конструкций. В настоящее время подобные характеристики не могут универсально характеризовать сейсмостойкость или сейсмическую уязвимость построек. Это достаточно очевидно.

Ошибка №2. Распределение типов зданий по классам сейсмостойкости не соответствует последним данным, в частности, результатам исследований и результатам обследования, например, Спитакского землетрясения 1988 г. и многих других землетрясений последних лет. Очевидно, что в случае сохранения шкалы, необходимо радикально изменить классификацию уязвимости и сейсмостойкости конструкций, приведя эту классификацию в соответствие с эмпирическими фактами.

В течение десятилетий и столетий строителям и архитекторам было известно, что наиболее сейсмически уязвимыми являлись здания с низкой прочностью несущих стен (здания типа А и, частично, Б в шкалах ИФЗ-52 и MSK-64). В последние десятилетия весьма популярным типом конструкций становятся железобетонные каркасы.

После Спитакского землетрясения 1988 г., Эрзинджанского 1992 г. и др. в литературе появляются сообщения о том, что основными убийцами людей являются здания двух типов:

- 1) малоэтажные здания со стенами низкой прочности — саманные, малопрочные кирпичные здания;
- 2) многоэтажные железобетонные здания специфического типа, в некоторых несущие колонны нагружены чрезмерно высокой вертикальной статической нагрузкой, разрушения которых были причиной большинства жертв в г.Гюмри (б. Ленинакан) в 1988 г., в Турции (Эрзинджан, 1992 г., Измит, 1999 г. и др.).

Между тем, в классификации MSK-64 каркасные железобетонные здания входят в состав зданий типа В, т.е. наиболее сейсмостойких зданий. В действительности, они оказались в числе наиболее уязвимых, отвечающих типу А. Таким образом, классификация в ГОСТ 6249-52 и MSK-64 неверна, и шкала не может применяться для оценок интенсивности землетрясения без ее изменения.

Крупнопанельные железобетонные здания в шкале MSK-64 отнесены к типу Б — здания средней уязвимости. В то же время, анализ последствий землетрясений приводит к выводу, что крупнопанельные здания обладают высокой сейсмостойкостью и низкой уязвимостью. Они должны быть отнесены к типу В по классификации шкалы MSK-64.

Эти и другие результаты анализа последствий землетрясений приводят к необходимости корректировки классификации зданий по уязвимости в сейсмических шкалах.

В работе автора был предложен критерий (параметр) уязвимости, более или менее общий, независимо от материала несущих элементов системы (дерево, металл, бетон, железобетон) и от конструктивной системы [9].

Основной принцип, лежащий в основе этого критерия, заключается в том, что сейсмическая уязвимость любого

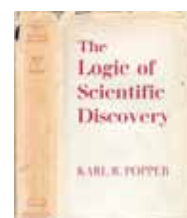


Спитакское землетрясение, 7 декабря 1988 года, Армения

сооружения в значительной степени определяется соотношением вертикальной нагрузки (гравитационной плюс сейсмической) и несущей способности наиболее нагруженных вертикальной нагрузкой несущих элементов зданий.

Этот принцип использован в проектах Международных Строительных Норм СНГ [10]. Уточнение конкретных предложений требует дополнительного анализа.

В литературе обращается внимание на ограниченность некоторых представлений теории в связи с их приложениями в расчетах конструкций. Например, К. Поппер отмечает, что отсутствует зависимость между истинностью какого-либо утверждения и его содержательностью [7]. Например, если утверждение точное, то вероятность того, что оно верно, мала. С другой стороны, если утверждение слабое, неопределенное, то вероятность его истинности высока. К. Поппер приводит следующий пример. Если измерен отрезок и утверждается, что его длина составляет 96,63179352 см, то вероятность того, что это утверждение истинно, низка. Но если утверждать, что длина отрезка находится между 0 и 100 см, то вероятность истинности этого утверждения высока, близка к единице. Инженеры и ученые заинтересованы не в теориях и утверждениях, имеющих высокую вероятность истинности, а в теориях, имеющих высокую содержательность, но, следовательно, малую вероятность истинности.



Измитское землетрясение, 17 августа 1999 года, Турция

В теории сейсмостойкости сооружений, как и в других областях, имеются некоторые достаточно содержательные утверждения, имеющие при этом достаточно высокую вероятность истинности.

С развитием науки понимание сути этих утверждений может радикально изменяться.

3. Целесообразно ли использование в нормах строительного проектирования понятий и параметров, принятых в сейсмической шкале

В работе А.Г. Назарова [5] предложен отказ от сейсмической шкалы для оценки интенсивности сильных землетрясений. В такой постановке это предложение носит чрезмерно общий характер. Как отмечалось выше, при решении определенных задач применение сейсмических шкал после их уточнения может оказаться полезным для оценки интенсивности происшедших землетрясений. Это специальный вопрос для обсуждения с участием сейсмологов, экономистов и других специалистов. Возможно, в работе [5] имелась в виду более узкая постановка, которая и рассматривается в настоящей статье.

В настоящей статье предлагается отказ от применения фундаментального понятия сейсмической шкалы — именно понятия «балл» — в нормах строительного проектирования.

Рассмотрим, в каких именно пунктах норм проектирования «Строительство в сейсмических районах» применяется понятие «балл» и соответствующие величины сейсмических воздействий.

В разделе «Расчетные нагрузки» СНиП II-7-81* понятие «балл» используется на картах общего сейсмического районирования в качестве меры расчетной интенсивности землетрясения для района. Затем осуществляется переход к оценке сейсмичности площадки. И от этой сейсмичности — к расчетным параметрам сейсмических воздействий, по существу представляемого расчетными ускорениями. Переход к расчетным ускорениям мог бы быть осуществлен на стадии сейсмического зонирования, как это осуществляется в нормах многих развитых стран. Заслуживает внимание районирование по зонам сейсмического риска.

Остается раздел 6 «Жилые, общественные, производственные здания и сооружения». В большинстве позиций требования по конструированию (высота сооружений, длина, ширина, другие габариты принимаются в зависимости от сейсмичности, балльности) площадки. И в этих разделах балльность с легкостью и с пользой заменяется количественными параметрами сейсмического воздействия (ускорениями, силами, перемещениями).

Таким образом, как только на картах сейсмического зонирования (ОСР, СМР и др.) вместо баллов будут указаны конкретные физические параметры сейсмической нагрузки (ускорения, скорости, смещения и т.п.) понятие «балл» становится ненужным. Сейсмическое воздействие в этом случае задается более удобными и ясными физическими параметрами.

Помимо сокращения терминов и вычислительных процедур, будут также упрощены процедуры гармонизации и сближения сейсмических норм различных стран.

4. Выводы

1. Анализ существующих шкал сейсмической интенсивности типа MSK-64 показывает, что эти шкалы имеют серьезные недостатки в части классификации видов зданий по степени сейсмостойкости и сейсмической уязвимости. Эти недостатки делают результаты применения данных шкал недостоверными.

2. Необходимы дальнейшие исследования специалистов сейсмологического и инженерного направлений и анализ, который ответил бы, в частности, на фундаментальные вопросы, касающиеся области применения сейсмических шкал, и о необходимой корректировке шкал.

3. Отсутствует необходимость и целесообразность прямого использования понятий, параметров и терминологии сейсмических шкал в нормах строительного проектирования.

4. Необходимо внести соответствующие изменения в последующих версиях карт сейсмического районирования и норм строительного проектирования.

Литература

1. Айзенберг Я. М. Шкала сейсмической интенсивности. Анализ и предложения по улучшению. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2005. № 3. С.34-40.
2. Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. — М.: Наука. 1975. 279 с.
3. Антикаев Ф. Ф., Эртелева О. О. Методы прогноза параметров сейсмического движения грунта, включая построение локального спектра и синтетической акселерограммы. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2012. № 2. С.15-19.
4. Шерман С. И., Бержинский Ю. А., Павленов В. А., Антикаев Ф. Ф. Региональные шкалы сейсмической интенсивности. Опыт создания шкалы для Прибайкалья. — Новосибирск: СО РАН филиал «ГЕО». 2003. 189 с.
5. Назаров А. Г. О целесообразности отказа от сейсмической шкалы для оценки интенсивности сильных землетрясений. В кн. Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. / Под ред. А. Г. Назарова, Н. В. Шибалина. — М.: Наука, 1975.
6. Грюнталь Г. Европейская Макросейсмическая Шкала 1992 (уточненный вариант). Пер. с англ. С.-Петербург, 1996. Перевод изд.: *European Macroseismic Scale/G. Gruntal. Luxemburg, 1993.*
7. Popper K. R. *The Logic of Scientific Discovery.* — L. Hutchinson, 1997.
8. Айзенберг Я. М. Сейсмический риск и нормирование сейсмической опасности. В кн. Сейсмостойкость сооружений (Современные проблемы сейсмостойкого строительства). — М.: Наука. 1989. С.5-38.
9. Айзенберг Я. М. Развитие концепций и норм антисейсмического проектирования. / Сейсмостойкость зданий и сооружений: Проблемные доклады. Строительство и архитектура. — М.: ВНИИТПИ. 1997. С.5-70.
10. Международные строительные нормы СНГ. Строительство в сейсмических районах. (Проект), 2002 г. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2002. № 3. С.27-54.

Материалы хранятся в ЦИСС ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко по адресу: 109428, Москва, ул. 2-я Институтская, д. 6, корп. 37. Тел/факс: (499) — 174-70-64. E-mail: eisenberg@raee.su