

# ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

## ЗАМЕТКИ О РАЗВИТИИ ШКАЛЫ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

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



Настоящие заметки являются продолжением темы, обсуждаемой в нашем журнале в течение последних лет [1, 2]. Представлены некоторые существенные недостатки существующих шкал сейсмической интенсивности. Обсуждаются пути развития методов определения параметров сейсмических воздействий, необходимых для проектирования сооружений, возводимых в сейсмически опасных районах. Обсуждаются предложения специалистов сейсмологического направления, посвященные модификации сейсмических шкал.

*Ключевые слова:* макросейсмическая шкала сейсмической интенсивности, инструментальная шкала сейсмической интенсивности, сейсмические смещения, скорости, ускорения, спектры реакции.

В статьях [1, 2] обсуждаются проблемы развития шкал сейсмической интенсивности, их особенностей и недостатков и предлагаемых путей модификации методов оценки интенсивности землетрясений.

Показано, что неточности классификации сейсмической уязвимости в шкалах типа MSK, EMШ и других шкалах [7, 8, 13, 14] весьма существенны и в некоторых случаях приводят к необходимости переноса некоторых зданий из одной группы по степени сейсмостойкости, представленной в шкале, в другую группу. Например, железобетонных каркасных и крупнопанельных зданий, что было отчетливо продемонстрировано при Спитакском землетрясении 1988 г. [6].

В приложениях к Европейской макросейсмической шкале наглядно иллюстрируются различия в оценках интенсивности землетрясений по субъективным ощущениям

разных людей. Эти оценки отличаются на десятки процентов [13].

Очевидно, что назрела необходимость радикального пересмотра нынешней шкалы сейсмической интенсивности.

Предложения о радикальном изменении сейсмических шкал публикуются в течение уже десятков лет.

Рассмотрим соображения и предложения некоторых крупных специалистов в области сейсмологии, касающиеся радикального изменения шкалы сейсмической интенсивности или даже отказа от использования шкалы при проектировании сооружений.

В 1975 г. издательство «Наука» выпустило сборник «Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности» [14]. Многие статьи сборника посвящены обсуждаемой проблеме.



TYPE OF STRUCTURE	EARTHQUAKE / SITE	GRADE OF DAMAGE				
		1	2	3	4	5
RC frame	Sпитак, Armenia 1988 / Leninakan					M

Академик НАН Армении, д-р ф.-м. наук, проф. и один из создателей школы по сейсмологии и сейсмостойкости сооружений в СССР А.Г. Назаров опубликовал в сборнике статью, носящую принципиальный характер [5]. Название статьи «О целесообразности отказа от сейсмической шкалы для оценки интенсивности сильных землетрясений». Ознакомление со статьей дает основание сделать вывод, что в статье предлагается не окончательное решение вопроса об отказе от сейсмической шкалы, а путь к такому решению. Рекомендуется составить мировой каталог и альбом инструментальных записей сильных землетрясений с указанием координат и глубины очага, магнитуды, геологических особенностей вдоль сейсмического луча от очага до рассматриваемого пункта, локальных геологических особенностей этого пункта, а также макросейсмических данных, приведенных к пунктам инструментальных данных. По существу, этот объем информации, который действительно необходим, потребует немало времени. И все же в статье А.Г. Назарова предлагается не только конкретный путь решения проблемы, но и конкретная математическая модель, которая рекомендуется для проектирования сооружений.

В заключении сделан вывод о том, что по мере накопления фактических данных о векторах смещений и о сейсотектонике площадок будет уточняться набор допустимых векторов смещений, что приведет к уточнению класса вероятных векторов смещений. Отмечается далее, что при такой постановке задачи надобность в сейсмических шкалах отпадает, что преемственность накопленного сейсмологического материала за сотни лет будет обеспечиваться посредством оценок мощности землетрясений по их магнитудам, исследователь будет полностью освобожден от необходимости оценок интенсивности землетрясений по повреждениям построек, по деформациям на поверхности Земли, что неизбежно приводит к путанице взглядов из-за смещения понятий о причинах и следствиях. Отмечается также, что предпочтение следует отдавать акселерограммам как с точки зрения точности регистрации, так и учитывая, что и ускорения и скорости могут быть получены из дифференциальных уравнений движения сооружений [5].

Ясно, что сейсмологические измерения на больших площадях требуют огромных финансовых затрат и большого времени.

Расчеты сооружений, воздвигаемых в сейсмических районах, необходимо выполнять сейчас, причем, сооружений все более сложных и все более ответственных, в том числе зданий высотой в сотни метров, ядерных объектов, некоторые из которых продемонстрировали высокую сейсмическую уязвимость, например, при землетрясении в Японии, провинция Фукусима, 11 марта 2011 года.

Современные сейсмологи уделяют большое внимание проблеме создания карт сейсмического районирования в терминах амплитуд колебаний вместо баллов интенсивности.

На научном семинаре в Институте Физики Земли, прошедшемся в августе 2011 года, заведующий лабораторией Института сейсмологии и вулканологии ДВО РАН, доктор физ.-мат. наук, главный научный сотрудник Камчатского филиала Геофизической службы РАН А. А. Гусев представил

доклад «О принципах картирования сейсмоопасных регионов Российской Федерации и нормирования сейсмических нагрузок в терминах сейсмических ускорений». Автором доклада предлагается составлять карту Общего Сейсмического Районирования в терминах максимального ускорения для скального грунта. Величины амплитуд ускорений вычисляются при этом на основе пересчета оценок интенсивности в баллах (оценок ВАСО). Предлагаются некоторые модификации процедуры пересчета баллов в ускорения. Указывается при этом на необходимость создания акселерографической сети в России для создания в перспективе более надежных карт ОСР.

Разумеется, это, по необходимости, паллиативный подход. Конечно, предложения следует обсудить в кругу специалистов-сейсмологов с привлечением специалистов инженерного направления. Предложение по существу есть некоторое развитие подхода [5] с модификациями, учитывающими современные результаты сейсмологии.

По мнению автора статьи, целесообразно разделить области применения нынешней шкалы сейсмической интенсивности. Например, шкалу использовать для оценки интенсивности прошедших землетрясений и в задачах сейсмического районирования.

В нормах проектирования для сейсмических райо-



нов использовать расчетные величины сейсмических воздействий (ускорения, скорости, смещения, спектральные и другие характеристики). При таком подходе концептуальные правила проектирования, которые традиционно помещаются в разделах нормативных документов, посвященных конструированию сооружений и их элементов, могут формулироваться также в зависимости от указанных выше величин сейсмических воздействий. Для особо ответственных объектов величины воздействий должны вычисляться с выполнением дополнительных исследований. Возможны и другие варианты, когда сейсмическая шкала непосредственно в нормах проектирования не применяется или применяется частично. Очевидна актуальность анализа и обсуждения данной проблемы.

Вызовы природы сложны. Перед страной стоит много сложных дорогостоящих проблем. Задачи не могут быть разрешены в короткое время. Сейсмологи решают сложные задачи, стоящие в области сейсмологии. Следует обсудить пути создания хотя бы и приближенных математических моделей для перехода от магнитуд землетрясений к ускорениям и другим параметрам движения грунта с учетом длины сейсмического луча, геологических и других факторов.

Специалисты инженерного направления вкладывают свою лепту в решение проблемы снижения сейсмического риска.

В последние десятилетия и годы в ЦНИИСКе и в других научных учреждениях была сформулирована и отчасти реализована на практике задача создания систем инженерной защиты сооружений, основанной на сейсмоизоляции, демпфировании, резервировании и других методов обеспечения высокой живучести и надежности сооружений, проекты которых создавались в условиях неполной и ненадежной сейсмологической информации о спектрах, и других характеристиках будущих землетрясений [4, 6].

Взаимодействие сейсмологов, специалистов инженерного направления, геологов, изыскателей, координация их усилий в рамках Федеральных и региональных программ и других путей поддержки и координации научных исследований приведет к созданию оптимальных, надежных и экономичных сооружений, к повышению безопасности населения в сейсмически опасных регионах страны.

## Литература

1. Айзенберг Я. М. Шкала сейсмической интенсивности. Анализ и предложения по улучшению. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2005. № 3. С.34-39.
2. Айзенберг Я. М. Шкала сейсмической интенсивности и нормы строительного проектирования. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2012. № 3. С.17-19.
3. Смирнов В. И. Замечания, предложения и комментарии к СП 14.13330.2012 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*». // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2013. № 2. С.22-31.
4. Айзенберг Я. М., Смирнов В. И. Защита от экстремальных сейсмических воздействий. Инновационные системы. / X Академические чтения РААСН на Кавказских Минеральных водах. Москва-Пятигорск, 2012 г.
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. Шебалина. — М.: Наука. 1975. С.146-148.
6. Айзенберг Я. М. Развитие концепций и норм антисейсмического проектирования. — М.: ВНИИТПИ. 1997.
7. 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.
8. Медведев С. В. Международная шкала сейсмической интенсивности. / Сейсмическое районирование СССР. — М.: Наука. 1968.
9. Neumann F. Earthquake Intensity and Related Ground Motion. — Seattle, Univ. Washington Press, 1954.
10. J. A. Blume. An Engineering Intensity Scale for Earthquake and other Ground Motions. Bull. Seismol. Soc. America, 1970, V. 60, № 1.
11. B. Gutenberg, C. F. Richter. Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration. — Bull. Seismol. Soc. America, 1942, V. 32, № 3.
12. K. Kanai. A short Note on Seismic Intensity and Seismic Intensity Scale. — Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 1967, V. 49, № 2.
13. Европейская макросейсмическая шкала 1992. Ред. Г. Грюнталь. — Люксембург, 1993. Редактор русского перевода М. Клячко.
14. Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. / Под. ред. Назарова А. Г., Шебалина Н. В. — М.: Изд-во «Наука». 1975. 280 с.

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.