

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ И АКТУАЛИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ

*Уломов В.И., д-р физ.-матем. наук, проф. геофизики,
(Институт физики Земли им.О.Ю.Шмидта РАН)*

В последние годы, особенно после появления «технического регулирования», система надзора за проектированием, строительством и эксплуатацией жилых домов, промышленных зданий и сооружений, в том числе и в сейсмоактивных районах страны, стала восприниматься некоторыми обывателями как тормоз для развития их бизнеса и строительной отрасли в целом. До сих пор продолжают предприниматься попытки обойти предписания строительных норм и правил СНиП II-7-81*. Этот нигилизм, как будет показано ниже, коснулся и самих составителей нормативных документов.

Пренебрежение требованиями норм уже обернулось человеческими жертвами при разрушениях строительных объектов, в том числе и в Москве, и без каких-либо внешних сейсмических воздействий. Игнорирование же сейсмологических данных может привести к весьма значительным катастрофам, подобным Нефтегорской трагедии 1995 г. на севере о. Сахалин. Только благодаря низкой заселенности и легким постройкам не случилось такой же катастрофы при 9-10-балльном землетрясении на территории Республики Алтай в 2003 г. К счастью, обошлось без жертв и в 2006 г. при аналогичном по силе землетрясении на территории Корякии, а также в 2007 г. — во время Невельского землетрясения в малозаселенном районе на юге Сахалина.

Землетрясения неизбежны. Сейсмическая угроза с каждым годом растет по мере освоения сейсмоактивных территорий и техногенного воздействия на литосферную оболочку Земли (бесконтрольная откачка нефти и газа, добыча других полезных ископаемых, возведение высоких плотин и создание крупных водохранилищ, нагнетание промышленных отходов в тектонические разломы и т.п.).

В большинстве случаев не природные сейсмические явления, а «человеческий фактор», приводит к социальным, материальным и экологическим потерям. Неуверенно оцененная сейсмическая опасность и ненадежно построенные дома, и тем более,

особо ответственные строительные объекты, каковыми являются атомные станции, гидротехнические сооружения и высотные здания, нефтепроводы и хранилища разного рода опасных веществ могут нанести необычайный урон не только

народному хозяйству, но и самой природе.

В этой связи особые требования должны предъявляться к более тесному сотрудничеству строителей и сейсмологов, чего в последнее время, к сожалению, не наблюдается и нередко приводит к неграмотным, с сейсмологической точки зрения, инженерным решениям.

Необходимость координации

Еще в начале прошлого века при Российской Императорской Академии наук была создана Постоянная центральная сейсмическая комиссия (ПЦСК), которая координировала исследования в области фундаментальной и прикладной сейсмологии. ПЦСК стала прообразом нынешней Международной ассоциации сейсмологии и физики недр Земли (МАСФНЗ — IASPEI), председателем которой в 1911 г. был избран известный российский геофизик — академик князь Борис Борисович Голицын (1862-1916), основатель отечественной сейсмологии и сейсмометрии.

В советское время таким координирующим органом был Межведомственный совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству (МСССС), действовавший сначала при Институте физики Земли (ИФЗ), а затем — при Президиуме АН СССР, и прекративший свою работу в 1991 г., после распада страны.

Необходимость совместных работ и взаимопонимания строителей и сейсмологов особенно возросла в последние годы в связи со сменой парадигмы в оценке сейсмической опасности, когда вместо одной традиционной детерминистской карты сейсмического районирования в 1991-1997 гг. в ИФЗ РАН, на основе новой методологии, был создан комплект вероятностных карт ОСР-97 общего сейсмического районирования территории Российской Федерации и сопредельных стран [1, 2]. С января 2000 г. эти карты стали нормативными и вошли в новую редакцию СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» [3].

Карты ОСР-97 указали на более высокую, чем это предполагалось прежде, сейсмическую опасность во многих регионах страны. Выяснилось, что свыше четверти территории России с населением, превышающим 20 млн. человек, подвержено потенциальной сейсмической угрозе. По меньшей мере, в 300 городах и населенных пунктах требовалось проведение антисейсмических мероприятий. В 2001 г. правительство Российской Федерации, оценив серьезность ситуации, утвердило Федеральную целевую программу (ФЦП)

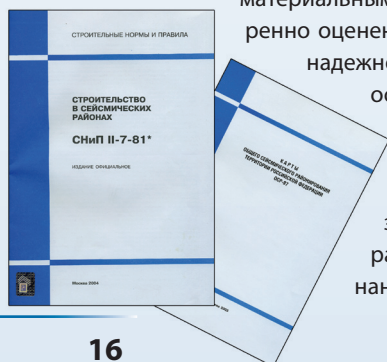




Рис.1. Блок-диаграмма методологии оценки сейсмической опасности и сейсмического районирования – ОСР-97

«Сейсmobезопасность территории России», рассчитанную на 2002-2010 гг. Все исследования по оценке сейсмической опасности и совершенствованию норм сейсмостойкого строительства были возложены на новый координирующий орган при Госстрое России — Междуведомственную комиссию по сейсмическому районированию и сейсмостойкому строительству (МСК), наследовавшую бывший МСССС.

Согласно статусу МСК, возведение особо ответственных строительных объектов в сейсмических районах, а также работы по уточнению сейсмической опасности, указанной на картах ОСР-97 для средних грунтовых условий, методами детального сейсмического районирования (ДСР) и микрорайонирования (СМР), должны быть под особым контролем. В 2004 г. президент В. В. Путин поручил МЧС России активизировать работы по обеспечению сейсмической безопасности в стране. Однако не прошло и года, как Междуведомственная комиссия была ликвидирована, а из программы «Сейсmobезопасность территории России» полностью был исключен основополагающий ее раздел, предусматривающий научное и технологическое сопровождение ФЦП. Вскоре и сама Федеральная программа была аннулирована, как и предсказывалось автором этих строк в своих выступлениях, в том числе и в официальном правительственном издании [4].

Из-за отсутствия МСК и должной координации между строителями и сейсмологами, недавняя «актуализация» СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» и предложение замены этих норм на СНиП РФ-2007 (разработка ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко [5]), не обсуждались даже в редколлегии СНиП II-7-81*, одним из членов которой является автор этих строк. Как ни парадоксально, но при этом не были использованы и прогрессивные достижения, полученные профессиональным интернациональным коллективом из СНГ, разработавшим несколько лет тому назад международные нормы строительства в сейсмических районах [11], успешно применяемые теперь в Казахстане, Украине, Узбекистане и в других государствах-участниках СНГ, но только

не в России, которая возглавляла этот проект.

В результате кулуарно созданный проект СНиП РФ-2007 был подвергнут справедливой критике в журнале «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений» [6]. Соответствующие замечания автора этих строк в свое время так же были переданы в ЦНИИСК, однако никакой ответной реакции на них не последовало. Существенные недостатки и упущения обнаружены автором и в составленных без участия сейсмологов нормах и правилах проектирования высотных зданий в г. Москве — МГСН 4.19-05 [7, 8].

В связи с тем, что наблюдается не только недопонимание, но и искажение принципов, заложенных в основу вероятностных оценок сейсмической опасности на картах ОСР-97, в следующем разделе вкратце изложены основы методологии составления этих нормативных карт.

Главная же цель настоящей статьи — показать некорректность произвольной трансформации карт ОСР-97 и недопустимость использования в инженерной практике сейсмостойкого строительства карты со 100-летним периодом повторяемости сейсмических воздействий, как это предлагается в проекте новых норм.

Принципы вероятностной оценки сейсмической опасности

Поскольку большинство используемых физических параметров, характеризующих геодинамику, сейсмичность и сейсмические воздействия, в силу своих природных свойств, являются в значительной мере статистическими, нами в 1991-1997 гг. была составлена не одна детерминистская карта (как было в СССР), а набор вероятностных карт ОСР-97, отражающих различную степень сейсмической опасности, возникающей в течение заданных интервалов времени. Впервые сейсмическим районированием была охвачена вся территория страны, включая равнины и шельфы акватории морей. Впервые, вместо «точечного» представления о сейсмических источниках, рассматривались протяженные очаги землетрясений. Введены и другие новации, в том числе и в учет нелинейных проявлений сейсмогеодинамических процессов и сейсмического эффекта.

Исследования по оценке сейсмической опасности и сейсмическому районированию базируются на создании двух взаимосвязанных моделей — модели очаговых зон и модели сейсмического эффекта (рис.1). Наиболее ответственным звеном в геолого-геофизических и сейсмологических исследованиях по сейсмическому районированию является идентификация зон возникновения очагов землетрясений (зоны ВОЗ) и определение параметров их сейсмического режима, поскольку от этой модели зависит надежность всех последующих построений.

В основу модели зон ВОЗ положена линейно-фокальная модель (ЛДФ-модель). В этой модели рассматриваются четыре масштабных уровня источников землетрясений — крупный и генетической единый регион с интегральной характеристикой его сейсмического режима, и три его основные структурные элементы: *линеаменты*, в генерализованном виде представляющие оси трехмерных сейсмоактивных разломных или сдвиговых структур и отражающие структуриро-

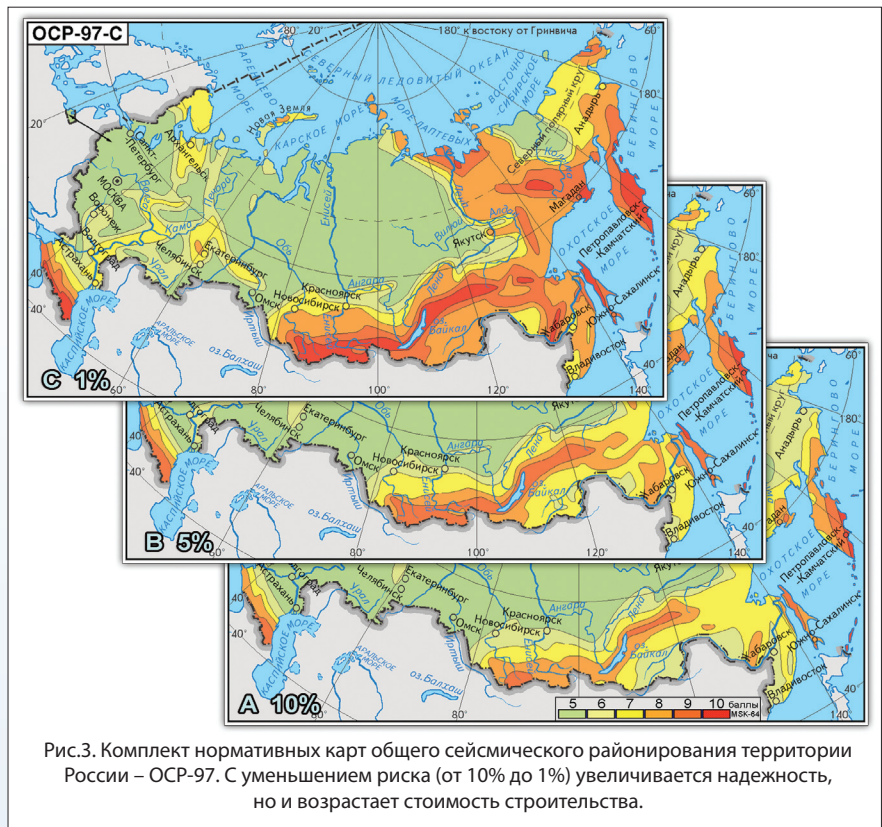
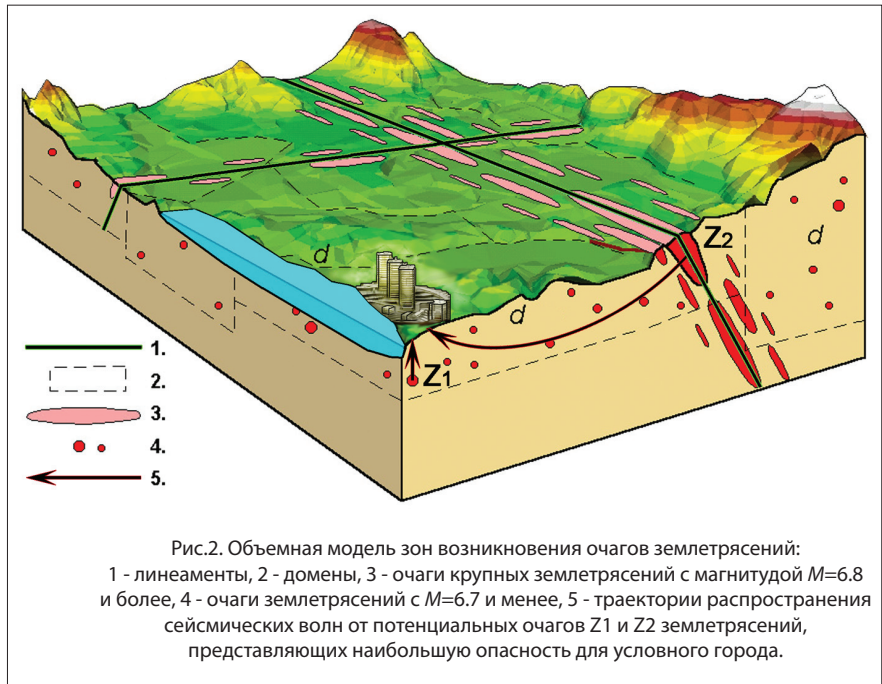


ванную сейсмичность; *домены*, охватывающие квазиоднородные в геодинамическом отношении объемы геологической среды и характеризующиеся рассеянной сейсмичностью; *потенциальные очаги* землетрясений, указывающие на наиболее опасные участки (фокусы) сейсмогенных структур (рис.2).

В результате распределения плотности (скорости) потока реальных сейсмических событий конкретного региона между всеми его сейсмогенерирующими структурными элементами, согласно их размерам и рангу (максимальная магнитуда), ЛДФ-модель адекватным образом параметризуется. Затем с помощью компьютеров ЛДФ-модель активизируется и начинает генерировать виртуальные землетрясения соответствующей магнитуды и частоты повторения. Сейсмический эффект на земной поверхности вычисляется от каждого виртуального очага, местоположение и частота возникновения которого разыгрывается генератором случайных чисел в согласии с расположением сейсмогенерирующих структур, их размеров, магнитуды и закона затухания сейсмических волн с расстоянием. При этом учитывается ориентация плоскостей виртуальных разрывов в очагах землетрясений, их дислокационный момент, сброс упругих напряжений и другие параметры.

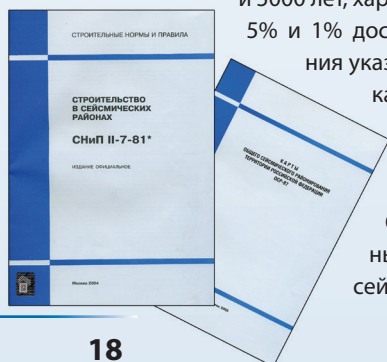
Задаваясь фиксированными интервалами времени длительностью в 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000 и 10000 лет, нами в 1997 г. были созданы карты сейсмического районирования для каждого из этих периодов повторяемости сейсмического эффекта на площадках размером 25x25 км², которыми сплошь была покрыта (в компьютере) вся обширная территория Северной Евразии. Для нормативных карт ОСР-97(А, В, С) были выбраны периоды 500, 1000 и 5000 лет, характеризующие вероятности $P=10\%$, 5% и 1% достижения и допустимого превышения указанных на них номиналов в течение каждых 50 лет (рис.3).

Задаваясь же фиксированными величинами сейсмического эффекта, одновременно с картами ОСР-97 были созданы и опубликованы карты периодов T повторяемости сейсмической интенсивности 6, 7, 8, и 9



баллов. Карты $T(I)$, являясь лишь иным представлением карт ОСР-97, составленных для целочисленных баллов, позволяют определять дробные значения баллов и ускорений, которые важны для использования при сейсмическом микро районировании [9]. Эти карты в мелком масштабе были опубликованы в [2], а в электронном виде и в свободном доступе размещены в Интернете на портале Геофизического центра РАН, в том числе и в форме самостоятельного ГИС-проекта: <http://earth.wdcb.ru/shake-1.htm>.

Разработанная нами методология и принцип составления новых карт сейсмического районирования получили международное признание, а карта ОСР-97А, представлен-



ная в пиковых ускорениях, вошла в 1999 г. составной частью в Мировую карту глобальной сейсмической опасности, опубликованную в США в рамках крупной Международной программы «Оценка глобальной сейсмической опасности» (GSHAP), выполненной под эгидой ООН и Международной программы «Литосфера» [10].

Карты ОСР-97 получили широкое обсуждение на научных форумах, освещены в печати, отмечены Государственной премией Российской Федерации, опубликованы в ряде ведущих отечественных изданий – в Большой Российской Энциклопедии, в Атласе МЧС России, в Национальном атласе России. Исполненные в настенном варианте эти карты выдаются в ИФЗ РАН бесплатно всем заинтересованным организациям уже свыше десяти лет.

Некорректности в проектах новых строительных норм и правил

О том, что разработчики проекта СНиП РФ-2007, по существу, не вникли в методологию ОСР-97, свидетельствует их заявление об отсутствии карты для 100-летнего периода повторяемости сейсмического эффекта (далее цитата): «...К сожалению, карта ОСР для этого периода не подготовлена. Для оценки интенсивности воздействия ПЗ предлагается пользоваться соответствующими формулами перехода, по типу тех, что используются в проектах норм проектирования гидротехнических сооружений». Для этого в проекте норм предлагается некий «коэффициент приведения» $K(T)=0,7$.

Не говоря уже о том, что такая карта была составлена одновременно со всем комплектом карт ОСР-97 в 1997 году, но была отклонена нами от использования в практике сейсмостойкого строительства из-за большого сейсмического риска, легко показать, что простым умножением параметров одной карты на какой-либо коэффициент невозможно получить другую карту и, соответственно, адекватную оценку сейсмической опасности. Дело в том, что при переходе от одного периода повторяемости сейсмического эффекта к другому, изменяются не только номиналы, но и конфигурация сейсмических зон. Любая «актуализация» тех или иных выходных параметров карт ОСР-97 (например, волюнтаристские действия по изменению балльности и конфигурации сейсмических зон на этих картах) абсолютно неправомерны. Единственный правильный способ – это актуализация (уточнение, детализация и т.п.) модели источников землетрясений, которая сама и внесет новые изменения в начертания и номиналы зон после соответствующего пересчета.

Недопустимость использования карты сейсмического районирования, рассчитанной на 100-летний период повторяемости сейсмических воздействий, как это предлагается в проекте СНиП РФ-2007, иллюстрируют рис.4 и таблица 1. Так, только за последние неполные 20 лет, начиная со Спитакской катастрофы 7 декабря 1988 года в Армении, абсолютно все сильные землетрясения, произошедшие на территории бывшего СССР и России, на 1-3 балла превышали сейсмический эффект, прогнозируемый такой картой. Вместе тем, все они прекрасно «уложились» в сейсмические зоны карт ОСР-97 (А, В, С).

Не случайно, что во всем мире для приемлемой оценки сейсмической опасности принят более продолжительный период повторяемости - $T=500$ лет (точнее, 475 лет)

Таблица 1.

Год	Район землетрясения	M	I, баллы	ОСР-97 (T=100)	Превышение ΔI, баллы
1988	Армения, Спитак	6.9	9-10	8	1-2
1990	Казахстан, Зайсан	6.9	8-9	7	1-2
1991	Россия, Корьякия	7.0	9	6	3
1991	Грузия, Рача-Джава	7.1	9	8	1
1992	Киргизия, Сусамыр	7.5	9-10	8	1-2
1994	Россия, Курилы	8.0	10	9	1
1995	Россия, Сахалин	7.7	9-10	8	1-2
1996	Россия, Камчатка	6.9	8-9	9	1
1997	Россия, Камчатка	8.0	8-9	9	1
2000	Туркмения, Б.Балхан	7.3	9	7	2
2003	Россия, Алтай	7.3	9-10	7	2-3
2006	Россия, Камчатка	7.7	8-9	6	2-3
2006	Россия, Курилы	8.2	10-11	9	1-2
2006	Россия, Курилы	6.8	8	9	1
2007	Россия, Курилы	8.2	11-12	9	2-3
2007	Россия, Сахалин	6.2	8	7	1

[10]. Тем самым сейсмический риск в 10% (а не в 39%, как по карте с $T=100$) был узаконен мировым научным и инженерным сообществом. Отечественные карты ОСР-97 (А, В, С) как раз и характеризуют 10%-ную вероятность возникновения и возможного превышения (или 90%-ную вероятность не превышения) указанной на этих картах расчетной сейсмической интенсивности в течение 50, 100 и 500 лет, что вполне соотносится с реальными сроками службы сооружений различных категорий.

Некомпетентность в сейсмологии составителей новых норм и непонимание проблемы в целом привело их к следующей нетактичной по форме и некорректной по существу фразе: «Необходимо отметить, что информация о сейсмическом воздействии, подготовленная ОИФЗ АН, является неполной и, в ряде случаев, недостоверной. Неполной в том смысле, что на картах сейсмического районирования указывается только интенсивность воздействия, а информация о таких параметрах как спектральный состав, эффективная продолжительность колебаний, направление воздействия, а также характеристики углового ускорения вращения (ротации) на картах не дается».

Однако не поясняется, в чем же карты ОСР-97 «недостоверны». Остальное же вообще звучит риторически.

Специалистам в области инженерной сейсмологии уже многие десятилетия известно, что сейсмический эффект определяется главным образом тремя параметрами - уровнем амплитуд, преобладающим периодом и продолжительностью колебаний. Уже давно стало очевидным, что последний фактор может иметь решающее значение для реакции зданий и сооружений на сейсмические нагрузки. Однако сами же разработчики проекта СНиП РФ-2007 (они же авторы московских норм МГСН 4.19-2005), пытаются игнорировать тот факт, что даже при относительно незначительной величине ускорений, но при очень длительных колебаниях, повреждения строительных объектов могут оказаться весьма значительными. Примером служат продолжительные (сотни секунд) сейсмические воздействия на здания в г. Москве при землетрясении 4 марта 1977 года, произошедшего в зоне Вранча (Восточные Карпаты, Румыния), хотя ускорения колебаний в основании московских сооружений не превышали $1-2 \text{ см/с}^2$ [8].



Еще более яркий пример полного разрушения зданий в г.Мехико при землетрясении 28 июля 1957 года, когда при удаленном очаге максимальные сейсмические ускорения в центре города едва достигали 0.1g. То же самое произошло и с 9-этажными жилыми домами в Ленинакане при Спитакском землетрясении 1988 г.

И наоборот, большие по амплитуде, но кратковременные нагрузки могут быть совершенно безопасными для многих зданий и сооружений. Например, при ускорениях 0.5g (почти 10 баллов) в Паркфилде при Калифорнийском землетрясении 27 июня 1966 года вообще не было существенных повреждений зданий, благодаря очень коротким воздействиям.

Все эти и многие другие параметры, всесторонне характеризующие сейсмический эффект в каждой точке земной поверхности на огромнейшей территории России, указать на картах ОСР-97 практически невозможно, как по существу, так и по форме. Для картографической иллюстрации, например, спектральной сотрясаемости и других важных сейсмологических и инженерных параметров, нужны совершенно другие карты. Их количество будет исчисляться не тремя-четырьмя, а множеством карт разного рода, учитывающих и конкретные грунтовые условия в каждой точке земной поверхности, и их резонансные свойства и т.д. Понятно, что от разных очагов с различными магнитудами и эпицентрными расстояниями, различной их ориентацией в пространстве, различными подвижками в очаге будут получаться и различные спектры, вращательные перемещения грунта и зданий и другие кинематические и динамические воздействия.

Вместе с тем, эта проблема давно и достаточно успешно решается, в том числе и нами, авторами карт ОСР-97, но иным путем, понятным многим профессиональным инженерам и проектировщикам. Причем рассматриваются не обширные территории (что практически невозможно и бессмысленно), а конкретные пункты (площадки под высотными зданиями, атомными станциями, трассами трубопроводов и др.). В качестве же источников сейсмических воздействий используются не многочисленные очаги землетрясений, как при картировании ОСР-97 и сейсмической интенсивности в баллах, а лишь отдельные потенциальные очаги, определяемые по реальным зонам ВОЗ и представляющие наибольшую опасность для конкретных пунктов.

Именно такие потенциальные очаги землетрясений (ПОЗ) рассматриваются в качестве сценарных, для которых соответствующим образом рассчитываются основные количественные параметры сейсмических воздействий в заданных пунктах (спектральный состав, эффективная продолжительность колебаний, преобладающее на-

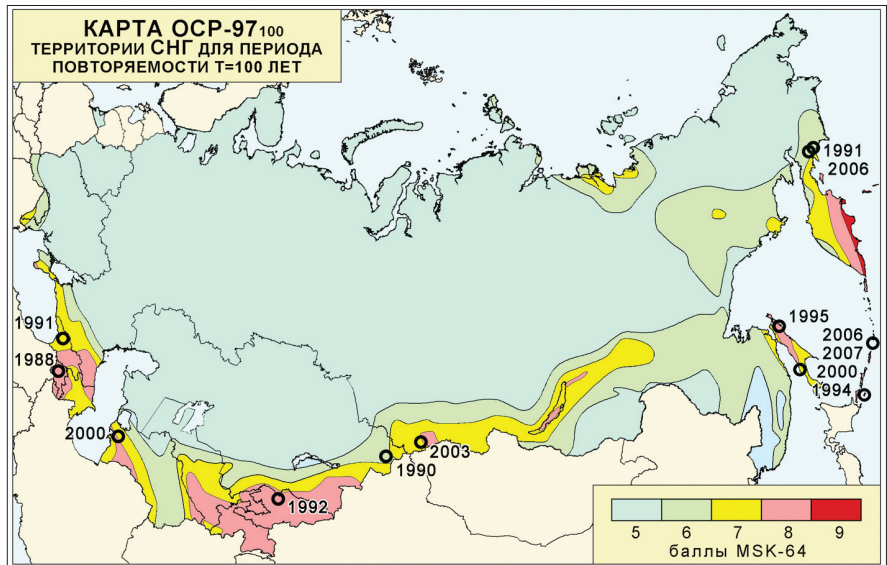


Рис.4. Неофициальная карта ОСР-97(100) территории стран СНГ, составленная в 1997 г. для 100-летнего периода повторяемости сейсмических воздействий. Кругами и датами помечены эпицентры сильных и разрушительных землетрясений, произошедших за последние 20 лет.

правление воздействия, пиковые ускорения, характеристики углового ускорения вращения и др.), составляются синтезированные сейсмограммы, велосиграммы и акселерограммы, спектры Фурье и спектры реакции и т.п.

При этом наиболее полно учитываются сейсмогеодинамические параметры сценарных очагов землетрясений (размеры, магнитуда, глубина залегания и ориентация площадки разрыва, тип и амплитуда ожидаемой подвижки пород, величина сброшенного напряжения и др.), эпицентральное расстояние и особенности затухания сейсмических волн, физические свойства геофизической среды и грунтов под строительными площадками и много другое. Кстати, такие расчеты неоднократно нами выполнялись и по заказу того же ЦНИИСК, в котором работают составители новых норм, и для многих других заинтересованных организаций. Показана также возможность перехода от экстремальных детерминистских оценок, каковыми являются результаты сценарных расчетов, к вероятностным нормативным оценкам карт ОСР-97 [9].

На рис.2 приведен пример распространения сейсмических волн от двух потенциальных источников землетрясений — от относительно небольшого очага Z1, расположенного в домене непосредственно под городом, и от наиболее крупного очага Z2, принадлежащего линеаменту и удаленного от города на значительное расстояние.

В первом случае, сценарное землетрясение характеризуется умеренной магнитудой (не более $M=5.5$) и небольшой глубиной залегания очага (не более 10 км). Во втором случае, очаг относится к линеаменту высокого ранга (магнитуда $M=7.5$) и имеет достаточно большую протяженность (около 100 км).

Очаг Z1 генерирует высокочастотный спектр излучаемых волн, имеющих небольшую продолжительность и достаточно большие ускорения, опасные в основном для невысоких строений. И наоборот, низкочастотные динамические воздействия от очага Z2, которым свойственны относительно небольшие ускорения, по сравнению с событием Z1, представляют значительную опасность для высотных стро-



ительных объектов своей очень большой продолжительностью (возможно, также большими скоростями колебаний и смещениями грунта) при малых величинах ускорений.

Выводы

Как показано нами выше и объективно изложено оппонентами в [6], существенные недостатки проекта СНиП РФ-2007, как и другого нормативного документа МГСН 4.19-05, очевидны. Множество недостатков и неаргументированных толкований может значительно навредить делу и снизить безопасность строительства зданий и сооружений в сейсмоактивных регионах.

Крайне необходимо привлечение профессиональных сейсмологов к коллективной работе по созданию новых строительных норм и правил.

Литература

1. Уломов В. И., Шумилиа Л. С. *Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации — ОСР-97. Масштаб 1: 8000000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах.* — М.: ОИФЗ. 1999. 57 с.
2. *Сейсмическое районирование территории Российской Федерации — ОСР-97. Карта на 4-х листах.*/Гл. ред. В. Н. Страхов, В. И. Уломов. — М.: ОИФЗ РАН, НПП «Текарт». 2000.
3. *СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах.* 2000.
4. Уломов В., *Время дилетанта. Расчеты ученых-сейсмологов отправляют в корзину.*//Российская газета. Федеральный выпуск. № 4124 от 21 июля 2006 года.
5. *Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования.* (первая редакция). — М.: Росстрой, 2007 г.
6. Алешин А. С., Капустян Н. К., Антикаев Ф. Ф., Эртелева О. О. *Отзыв о проекте СНиП. Строительство в сейсмических районах.*//Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2008. № 2, с.26-27.
7. *МГСН 4.19-05. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотные здания и зданий-комплексов в городе Москве.* 2005.
8. Уломов В. И. *О сейсмических воздействиях на высотные здания и сооружения г. Москвы.*//Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. № 2 (109), 2008.
9. Уломов В. И. *Вероятностно-детерминированная оценка сейсмических воздействий на основе карт ОСР-97 и цунарных землетрясений.*//Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2005. № 4, с.60-69.
10. *The Global Seismic Hazard Assessment Program: 1992-1999.*//Annali Geofis. Vol. 42. 1999.
11. *Международные строительные нормы СНГ. Строительство в сейсмических районах. (Проект), 2002г.*//Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2002, № 2, с.27-54.

Материалы хранятся по адресу:
123995, Москва, ул.Большая Грузинская, 10,
тел.: (495) 254-93-05, e-mail: ulomov@ifz.ru.

Кенджи Ишихара
Поведение грунтов при землетрясениях.
Монография

Издательство:
НПО «Геореконструкция-Фундаментпроект»,
«Оксфорд Пресс» (Великобритания)
Санкт-Петербург, 2006
Твердый переплет, 380 с.

Профессор К. Ишихара - всемирно известный геотехник, профессор Токийского университета, Президент международного общества геотехники ISSMGE в 1998-2001 годах. Книга профессора К. Ишихары является основополагающим трудом по динамике грунтов, используемым в качестве учебника во многих университетах мира и справочного пособия для проектировщиков. Выпуском данного издания Северо-Западное отделение РОМГТИФ и Международный Технический Комитет 38 ISSMGE «Взаимодействие оснований и сооружений» открывают цикл публикаций на русском языке работ ведущих зарубежных специалистов по актуальным проблемам геотехники.



КНИЖНЫЕ НОВИНКИ

