

Город и землетрясение – стратегия защиты

^ АЭС «Фукусима-1», 2011

^ Сендай после землетрясения

Главный и часто возникающий вопрос, преследующий всех специалистов, так или иначе связанных с изучением сейсмичности: можно ли прогнозировать землетрясения? Ответ на него неоднозначный. С одной стороны определенные успехи в этой области уже имеются на уровне долгосрочного прогноза – карты общего сейсмического районирования для различных территорий. Такие карты необходимы проектировщикам,

поскольку позволяют определить предельно возможную интенсивность сейсмических колебаний и оконтурить территории, где подобные колебания возможны. Но сложности возникают в том, что эти карты составляются в разных странах на основе неких национальных стандартов и часто плохо сопоставимы. Неразбериха наступает уже на уровне несогласованности шкал сейсмической интенсивности в разных странах. Подобное

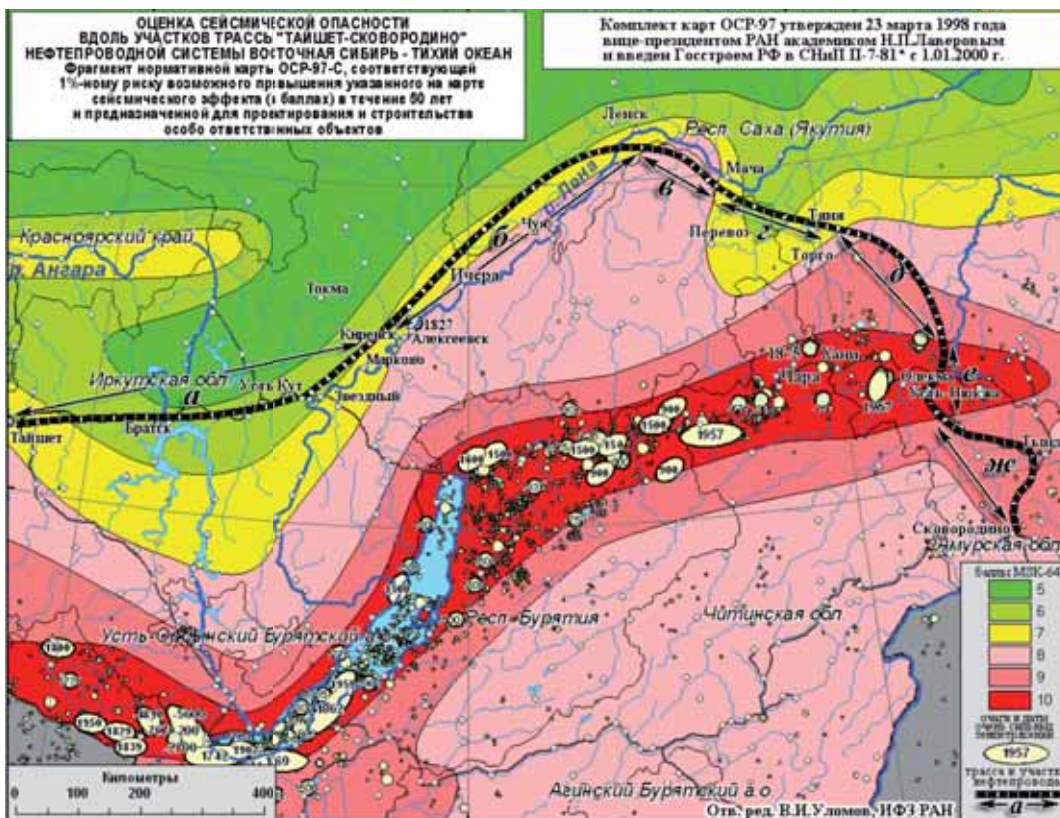
согласование должно происходить на международном уровне и в рамках соответствующих соглашений.

В области среднесрочного прогноза землетрясений успехи менее очевидные, а подходы еще более разнообразные. Здесь, скорее всего можно говорить только о неких догадках и предположениях о силе и ориентировочном времени возникновения опасного землетрясения на базе накопленных знаний, но не более.

Что же касается краткосрочного прогноза землетрясений, то авторы полагают, что он в ближайшие десятилетия вряд ли возможен, и потому обсуждать его, в данном контексте, нецелесообразно.

Пик эйфории от прогнозных исследований миновал, вероятно, в конце 70-х годов прошлого века, и многие исследователи в разных странах постепенно пришли к выводу о нерациональности расходования средств на конкретный краткосрочный прогноз опасных землетрясений, но не отказались от необходимости финансирования мониторинга физических полей в сейсмоопасных зонах. В ряде стран – и ярким их примером является Япония – было принято разумное решение: если мы не умеем прогнозировать землетрясения, то должны научиться строить здания и сооружения так, чтобы они с достоинством выходили из сейсмических потрясений.

Здесь можно привести живой пример сегодняшнего взгляда на сейсмостойкость сооружений. В Тбилиси живет один мудрый грузин по имени Гурам Габричидзе, член-корреспондент Национальной академии наук





Грузии. Работает он в Институте строительной механики и сейсмостойкости. Гурам Габричидзе проанализировал статистику «слабых» и «сильных» землетрясений, произошедших во всем мире в XX веке. При этом он допускал, что «сильным» считается такое землетрясение, которое может произойти один раз в пятьсот лет, а «слабым» – землетрясение, которое может произойти один раз в сто лет, и отсюда пришел к следующим выводам. Согласно нормам сейсмостойкого строительства, при «сильном» землетрясении здание может получить значительные повреждения за счет работы его конструкций за пределами упругости, но не обрушится и не приведет к человеческим жертвам. При «слабом» землетрясении здание

может получить лишь легкие повреждения, но по существу его конструкции будут работать в пределах упругости.

Эта концепция известна как расчет сооружений на два уровня сейсмического воздействия. Выводы же, к которым пришел Габричидзе, сводятся к следующему:

- в XX веке в мире произошло больше, чем ожидалось, «сильных» землетрясений;
- в XX веке в мире произошло меньше, чем ожидалось, «слабых» землетрясений.

Сложившаяся практика проектирования считает достаточным проведение только одного расчета, но не на «сильное» землетрясение, а на «ослабленное» путем введения так

называемого фактора поведения (behavior factor), который учитывает снижение сейсмического воздействия на сооружение за счет возникновения в его конструкциях локальных повреждений, зон развития пластических деформаций и т. д. В отечественных нормах – это коэффициент допускаемых повреждений. При таком подходе сейсмическая надежность сооружения подбирается с учетом ослабленного, по отношению к «сильному» землетрясению, расчетного сейсмического воздействия, которое, по существу, приближается к «слабому» землетрясению.

Анализ последствий сильных землетрясений, произошедших в XX веке, дает основание, по мнению Габричидзе, утверждать, что парадиг-

^ Сендай накануне землетрясения

v Сендай накануне землетрясения



^ Сендай. 14 марта 2011 г.

1. Фото Сендай до и после землетрясения были сделаны Петром Дорогокупцем, доктором геолого-минералогических наук в 2011 году

ма XX столетия, основанная на «применении» понятия «фактора поведения», не оправдала себя.

Запроектированные и построенные здания плохо проявили себя, часто разрушались и приводили к человеческим жертвам. По сути, статья Гурама Габричидзе (2007) направлена на предотвращение переноса сценария, разыгранного в XX веке, в следующий XXI век, на предупреждение о недопустимости снижения в угоду умозрительным теоретическим построениям уровня сейсмической нагрузки при проектировании и строительстве зданий. Габричидзе заканчивает свою статью шутивным предостережением – напоминанием, что самым пред-

усмотрительным из трех поросят оказался Нуф-Нуф, который не в пример постройкам своих братьев из соломы и хвороста, соорудил прочный каменный дом с дубовой дверью, способной защитить от «хищного зверя» – землетрясения.

Теперь переместимся во времени – в март 2011 года.

Сообщения СМИ от 11 марта 2011 года: «...Землетрясение $M = 8.9-9.0$ в океане в **130 км** от города Сендай на северо-востоке о-ва Хонсю, Япония, глубина очага до **24 км**; разрушения в Токио, волна цунами высотой **23,6 м** накрыла территорию **561 кв. км**; пострадали **62** города и деревень, разрушена **151 тыс.** строений; у

побережья образовался гигантский водоворот, погибло судно со **100** пассажирами; волной цунами смыло железнодорожный поезд; в Токио обрушился шпиль телебашни; горит АЭС «Онагава»; взорвалось нефтехранилище близ Токио. Следом – землетрясение $M = 6.6$ в Ниигате, Япония...» Эти сведения взбудоражили практически весь мир – разрушения в городе Сендае и аварии на АЭС. Однако, справедливости ради, следует отметить, что все несчастья пришли не столько в результате собственно землетрясения, произошедшего, кстати сказать, в океане, сколько в результате волны цунами, проникшей по отлогому берегу далеко в глубь





острова. В основном были смыты мелкие постройки прибрежной зоны и, вероятно, разрушены сельскохозяйственные угодья. В результате этого землетрясения произошла радиационная авария, первоначально с локальными последствиями, на АЭС «Фукусима-1». На ней было три работающих энергоблока, которые были остановлены действием аварийной защиты. Однако спустя час было прервано электроснабжение, в том числе и от резервных дизель-генераторов, предположительно пострадавших при цунами. Электроснабжение было необходимо для охлаждения остановленных реакторов, которые активно выделяют тепло в течение существен-

ного времени после остановки. В то же время серьезных разрушений строительных многоэтажных конструкций от интенсивных колебаний грунта в городе практически не было¹, а это говорит о том, что японцы существенно преуспели в создании сейсмоустойчивых конструкций.

В глобальном смысле землетрясение в Японии 11 марта 2011 года в очередной раз продемонстрировало неспособность развитой технологической цивилизации защитить население своей страны от воздействия беспрецедентных природной и техногенной катастроф, но сумеет ли она извлечь из этих катастроф принци-

пальные уроки и продолжить разработку все более надежных строительных сооружений – покажет время. Или, как это случалось неоднократно в прошлом, с течением времени все постепенно забудется и ситуация потеряет свою остроту. Поживем, увидим.

¹ Сендай. 14 марта 2011 г.

**Кирилл Леви
Юрий Бержинский
Фото Петр Дорогокупец**

