УДК 550.34.

Н.А.ГРОМОВА
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(*государственный технологический университет*)

ВЛИЯНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОВНЯ РЕАКЦИИ И СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА КОЛЕБАНИЙ ГРУНТОВ ПРИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

В результате детального сейсмического районирования на основе анализа различных баз данных с помощью американской программы Seisrick-3 составлен набор вероятностных карт для территории г.Владикавказа. Карта с вероятностью 2 % наиболее приближается к принятому уровню сейсмической опасности для средних грунтовых условий. Южная часть города находится в зоне с интенсивностью 8 баллов, а северная – 7 баллов.

Полученные данные позволяют построить карты сейсмического микрорайонирования территории города. В 8-балльной части города возможно получить зоны с 7 и 9-балльной интенсивностью, а в 7-балльной – зоны с 6 и 8-балльной интенсивностью. Указанные карты являются непосредственной основой для сейсмостойкого строительства, а их использование позволит оценить сейсмический риск застройки и сформировать направления соответствующих превентивных мер.

A set of probability maps for the territory of Vladikavkaz was made as the result of detailed seismic zonation based on analysis of various databases with the help of the Seisrick-3 software (USA). The 2 % probability map corresponds to the accepted level of seismic hazard with average soil conditions. Thus the southern part of city is located in a zone with the intensity of 8-degrees, and northern part in the 7-degree zone.

The data received allow compiling seismic microzonation maps of the city territory. Within the 8-degree zone of the city it is possible to receive zones with 7 and 9-degree intensity, and within the 7-degree zones areas with 6 and 8-degrees intensity. The specified maps are used as a basis for seismic engineering. They will also allow estimating seismic risk in civil engineering and develop antiseismic measures.

Оценка сейсмической опасности включает детальное сейсмическое районирование (ДСР) и оценку влияния грунтовых условий в виде сейсмического микрорайонирования.

На основе экспертной оценки были составлены карты зонирования сейсмических источников (зоны ВОЗ) для г.Владикавказа*. Для каждого из очагов оценивался их сейсмический потенциал M_{max}. Наиболее опасная Владикавказская зона имеет потенциал M_{max} = 6,9-7,1. В расчетах глубина очага принята равной 10 км.

Для территории г.Владикавказа был составлен набор карт сейсмической опасности для повторяемости 50 лет и с вероятностью превышения сейсмической опасности 1; 2; 5; 10 %. Полученные данные относятся к «средним грунтам». Для территории г.Владикавказа избрана карта с вероятностью 2 %. При этом южная часть города находится в 8-балльной зоне, а северная – в 7-балльной.

Следующим этапом с учетом полученных данных детального районирования (ДСР) является проведение сейсмического микрорайонирования (СМР), результаты которого являются основой сейсмостойкого строительства.

* *Рейснер Г.И.* Сейсмический потенциал Западной России, других стран СНГ и Балтии / Г.И.Рейснер, Л.И.Иогансон // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии / ОИФЗ РАН. М., 1993. С.186-195.

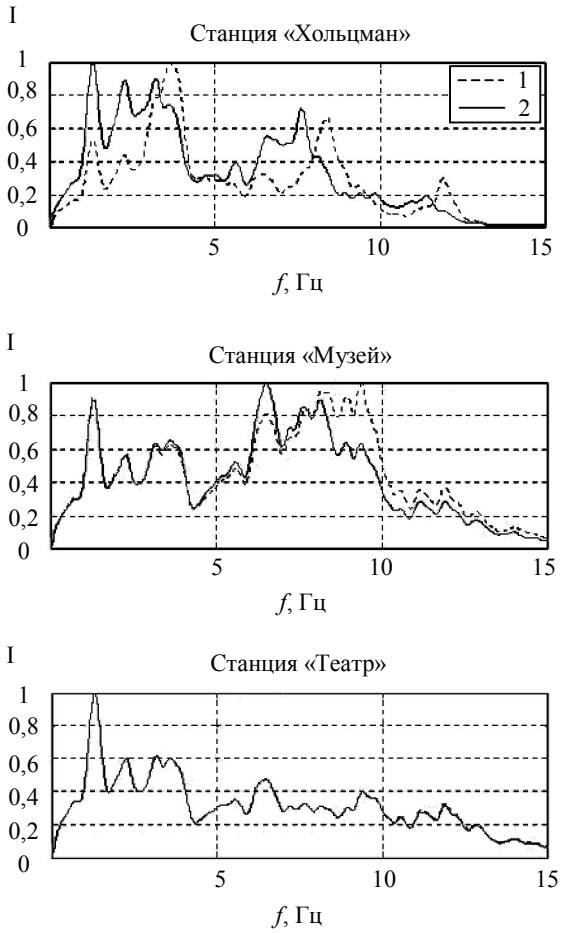
В пределах г.Владикавказа геологический разрез представлен мощной толщей четвертичных валунно-галечных отложений мощностью 100-250 м, перекрывающихся местами глинисто-суглинистыми грунтами мощностью 2-20 м.

Впервые на Северном Кавказе на территории города была организована локальная сеть сейсмических наблюдений. Места для размещения сейсмических станций выбирались по ряду критериев. В результате работы локальной сети в г.Владикавказе было получено большое число записей сейсмических событий.

Для оценки влияния вида грунтов и их физического состояния на уровень колебаний землетрясения был проведен опрос населения города после землетрясения, зарегистрированного 7 января 2005 г. Было установлено, что наибольшее проявление было на участках с неблагоприятными грунтовыми условиями.

Для территорий с умеренным сейсмическим режимом, где отсутствуют записи сильных движений, большое значение имеет анализ записей движений, зарегистрированных в других местах. Наша база данных сильных движений состоит из инструментальных записей 50 тыс. землетрясений. Использование базы данных позволяет выбрать типичные для данной территории магнитуду, эпицентральное расстояние и непосредственно моделировать реакции для различных грунтовых условий.

С целью сравнения численных данных с инструментальными на основе грунтовых условий, соответствующих локальной сети, были созданы грунтовые модели. В силу относительно «спокойного» рельефа использовалась одномерная модель, в которой рассматриваемая среда представляется в виде слоев с горизонтальными границами раздела. Физические свойства грунтов, используемые в расчетах, соответствовали грунтовым условиям станций. Из базы данных сильных движений (K-NET) были отобраны записи землетрясений, зарегистрированных на скальных грунтах, которые задавались в основание 20-метровой грунтовой толщи. Сейсмическая реакция грунтов рассчитывалась с помощью американской программы NERA, которая позволяет также учитывать нелинейные свойства грунтов. Расчеты производились при слабых и сильных воздействиях.



Линейный (1) и нелинейный (2) расчеты колебаний грунтов

Соответствие расчетных и экспериментальных данных в случае слабых воздействий позволило применить программу NERA для оценки нелинейного поведения грунтов при интенсивных сейсмических воздействиях. Анализ полученных данных показывает (см. рисунок), что в зависимости от вида грунта и его физического состояния нелинейные свойства проявляются на низких или высоких частотах.

Наличие глинистого грунтового слоя текучей консистенции в основании застройки микрорайона «Весна» (ст.«Хольцман») приводит к появлению в спектре на низких частотах значительных составляющих.

В спектре, соответствующем ст.«Музей», расположенной на глинистых грунтах полутекучей консистенции, изменения, обусловленные нелинейностью, происходят на более высоких частотах.

Расчетные линейные и нелинейные спектры для ст.«Театр» практически не отличаются в пределах рассматриваемой частотной области. Это связано с отсутствием проявления заметной нелинейности в галечниковых грунтах участка, перекрытых глинистыми грунтами малой мощности (1,5 м). Амплитудный уровень колебаний при неупругих деформациях снижается, а при нелинейно-упругих перекачивается в высокочастотную область спектра колебаний. Это соответствует данным об особенностях сдвига максимума в высокочастотную область спектра при нелинейно-упругих деформациях и при неупругих – в низкочастотную[*].

Для территории с умеренной сейсмической активностью использование расчетных методов в сочетании с данными баз данных сильных движений позволяет рассчитывать величину сейсмической реакции грунтов на поверхности при сильных землетрясениях в случае отсутствия записей сильных движений. Это позволяет на полученной вероятностной карте ДСР, где интенсивность относится к средним грунтам, дополнительно выделить зоны с различной сейсмической опасностью, обусловленной влиянием грунтовых условий.

Таким образом, оценка сейсмической опасности территории реализуется на основе совокупности современных подходов в области сейсмического микрорайонирования и детального районирования.

Выводы

1. На основе анализа различных баз данных (сейсмологических, геологических, геофизических и т.д.) с помощью американской программы Seisrick-3 составлен набор вероятностных карт сейсмической опасности для территории г.Владикавказа (1; 2; 5; 10 %). Карта с вероятностью 2 % наиболее приближается к принятому уровню сейсмической опасности для территории города (уровень ДСР) для средних грунтовых условий. При этом южная часть города, где проходит разлом с сейсмическим потенциалом M_{max}, находится в зоне с интенсивностью 8 баллов, а северная – 7 баллов.

2. Полученные данные позволяют построить карты СМР территории города. В 8-балльной части города возможно получить зоны с 7 и 9-балльной интенсивностью, а в 7-балльной – зоны с 6 и 8-балльной интенсивностью. Карты являются непосредственной основой для сейсмостойкого строительства, а их использование позволит оценить сейсмический риск застройки и сформировать направления соответствующих превентивных мер.

Научный руководитель д.ф.-м.н. проф. *В.Б.Заалишвили*

[*] *Заалишвили В.Б.* Физические основы сейсмического микрорайонирования / ОИФЗ РАН. М., 2000. 367 с.