

СЕЙСМОМИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ ОСОБОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
СОВЕТСКАЯ ГАВАНЬ

В.А. Шабалин

Научный руководитель доцент Д.Ю. Малеев

Дальневосточный государственный университет путей сообщения.
г. Хабаровск, Россия

В качестве объекта исследования выбрана территория портовой особой экономической зоны в порту Советская Гавань. Строительство портовой зоны и дальнейшая ее эксплуатация подразумевает наличие наиболее ответственных сооружений, вывод из строя которых может привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям.

Цель исследования заключалась в составлении схемы микросейсмрайонирования г. Советская Гавань и его окрестностей посредством изучения сейсмичности платформенного района и реакции грунтов на сейсмические и микросейсмические воздействия. Для составления этих схем необходимо было решить следующие задачи:

- анализ геолого-геофизических и других данных, связанных с сейсмичностью исследуемого района;
- обработка инструментальных данных и интерпретация сейсмограмм;
- уточнение схемы сейсмического районирования региона;
- инструментальные исследования уровня микросейсм и сейсмических характеристик грунтов.

Уточнение исходной сейсмичности. Исследуемый район расположен в пределах восточной части Сихотэ-Алиньской складчатой системы и наложенного Восточно-Сихотэ-Алиньского вулканогена. Основными структурными элементами являются Совгаванская и Дюанская депрессии, а также Силантьевское поднятие, Советский хребет и Уйский вулкан. Складчатые структуры района осложнены многочисленными соскладчатыми и посткладчатыми разрывами различных направлений. Разломы сопровождаются зонами повышенной трещиноватости и дробления пород, дешифрируются на космоснимках и подтверждаются материалами аэромагнитной съемки.

Ванинско-Совгаванский район представляет собой сейсмоактивную зону, где отсутствуют следы поверхностных смещений по разломам. Следовательно, рассмотрение поведения геологических структур в этом случае более важно, чем изучение местных деталей.

Для определения границ района анализа руководствуемся тем, что даже магнитудами $M_{LH} \geq 8$, расположенными на расстояниях более 150 км от исследуемого пункта, можно пренебречь, так как они не вызывают сотрясений силой $I_{MSK} > 5$ баллов [2].

В ходе исследования в качестве модели зон источников использовалась смешанная модель, разработанная в ИМГиГ в октябре 2003, которая является последним усовершенствованием линеаментно-доменной модели, принятой для построения карт ОСР-97.

Для определения параметров повторяемости для этой зоны были аппроксимированы землетрясения в интервале магнитуд $M_{min} < M < M_{max}$ с помощью уравнения Гутенберга-Рихтера:

$$\ln N(M) = a + b \cdot M$$

где $N(M)$ – число событий с магнитудой $M \pm 0.25$; a, b – коэффициенты графиков повторяемости.

Инженерно-геофизические исследования. Для получения скоростей упругих волн в верхней части разреза использовался метод преломленных волн (МПВ). Были вычислены средние скорости продольных и поперечных волн. В целом для исследуемой территории скорости в верхней части разреза (до глубин 30 м) варьируют в пределах: $V_p = 350-3500$ м/с, $V_s = 290-2300$ м/с.

Регистрация микросейсм велась одновременно тремя станциями, при этом одна из них располагалась на «эталонном» грунте, остальные на исследуемом грунте. Длина реализации составляла до 200 мин.

Оценка грунтов с помощью акустических жесткостей производилась по формуле С.В. Медведева [1]:

$$\Delta I = 1.67 \cdot \lg \frac{V_3 \cdot \rho_3}{V_i \rho_i}$$

где ΔI – приращение или уменьшение сейсмической опасности в баллах по шкале *MSK-64*;

V_i и V_3 – скорости распространения сейсмических волн на исследуемом и эталонном участках соответственно;

ρ_i и ρ_3 – плотность грунта на исследуемом и эталонном участках соответственно.

Оценка грунтов по амплитудно-частотному методу производилась по формуле С.В. Медведева [1]:

$$\Delta I = 2 \cdot \lg \frac{A_3}{A_i}$$

где A_3 и A_i – амплитуды колебаний на эталонном и изучаемом участках соответственно.

Метод численного моделирования. Численное моделирование реакции геологической среды на землетрясения осуществлялось посредством компьютерной программы SHAKE2000, которая является модификацией программы SHAKE91, разработанной в конце 60-х годов в США. Программа SHAKE2000

предназначена для анализа движений, возникающих в заданном одномерном горизонтально-слоистом грунтовом разрезе, при падении на него вертикально снизу плоской горизонтально-поляризованной волны.

Алгоритм программы SHAKE2000 позволяет выполнить расчет амплитуды пиковых ускорений, временных изменений напряжения и деформации, а также спектров реакции на любой границе раздела одномерного разреза для заданного входного движения.

Заключение

1. Сейсмическое микрорайонирование г. Советская Гавань выполнено по комплексу архивных, полевых исследований, математического и численного моделирования.

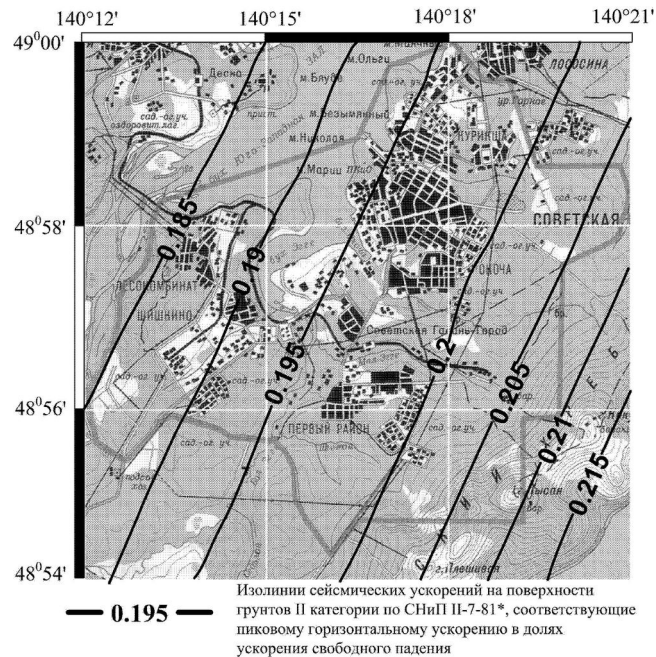


Рис. 1. Карта сейсмического микрорайонирования г. Советская Гавань.

2. Расчетные сейсмические воздействия задавались на основе мировых данных по сильным землетрясениям с учетом местных сеймотектонических и инженерно-геологических условий. Получены спектры реакции для средних грунтов (СНиП II-07-83*) и синтезированные акселерограммы для периода повторяемости $T = 1000$ лет, отвечающие местным сейсмогеологическим условиям.

3. Расчеты относительной сейсмической опасности выполнены по комплексу полевых и расчетных методов с целью определить приращение (уменьшение) балльности и сейсмического ускорения относительно уточненной сейсмической опасности (УСО).

4. Результаты сейсмического микрорайонирования представлены в виде карт масштаба 1:25 000. В рамках исследования в соответствии с методологией карты ОСР-97 (имеющей федеральное значение) выполнены расчеты параметров сейсмических воздействий и составлены карты для трех периодов повторяемости сильных землетрясений: $T=500, 1000, 5000$ лет, на рисунке 1 представлена карта для $T = 1000$ лет, что отвечает требованиям обеспечения сейсмической безопасности для сооружений высокой степени ответственности.

Литература

1. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. – М.: Госстройиздат, 1962. – 284 с.
2. Штейнберг В. В. и др. Методы оценки сейсмических воздействий // Вопросы инженерной сейсмологии. – 1993. – №. 34. – С. 5-94.