

Academia. Архитектура и строительство, № 4, стр. 141–144.

Academia. Architecture and Construction, no. 4, pp. 141–144.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 699.841

DOI: 10.22337/2077-9038-2024-4-141-144

К вопросу о карте-схеме сейсмического микрорайонирования

Тускаева Залина Руслановна (Владикавказ). Кандидат экономических наук, доцент. Кафедра строительного производства Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) [Россия, 362021, Владикавказ, ул. Николаева, 44. СКГМИ (ГТУ)]. Эл. почта: tuskaevazalina@yandex.ru

Фардзинов Григорий Гамболович (Владикавказ). СЕВОСПРОЕКТ (Россия, 362040, Владикавказ, пер. Станиславского, 5. СЕВОСПРОЕКТ).

Дзапаров Артур Эдуардович (Владикавказ). Кафедра строительного производства Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) [Россия, 362021, Владикавказ, ул. Николаева, 44. СКГМИ (ГТУ)]. Эл. почта: art13999@mail.ru

Аннотация. Строительство в сейсмических районах требует учёта и выполнения дополнительных мероприятий, направленных на снижение рисков воздействия возможного землетрясения. Большое значение при проектировании имеют данные инженерно-геологических изысканий. Одними из факторов определения сейсмичности участка являются грунты, характеризующиеся определёнными физико-механическими свойствами, а также геологическим строением грунтовой толщи, дающей информацию о мощности пластов. В статье на примере города Владикавказа рассматриваются мероприятия по снижению балльности сейсмического участка посредством использования возможностей различных пластов грунтов, которые входят в тот или иной рассматриваемый участок. Учёт характеристик пластов грунтовой толщи и дополнение карты сейсмического микрорайонирования на основании этих данных позволит при проектировании зданий и сооружений, а также при разработке градостроительных планов предлагать возможные варианты.

Ключевые слова: микрорайонирование, землетрясение, сейсмика, грунты, ИГЭ, фундаменты

Для цитирования. Тускаева З.Р., Фардзинов Г.Г., Дзапаров А.Э. К вопросу о карте-схеме сейсмического микрорайонирования // Academia. Архитектура и строительство. – 2024. – № 4. – С. 141–144. – DOI: 10.22337/2077-9038-2024-4-141-144.

On the Question of the Addition of the Seismic Microdistricting Map

Tuskaeva Z. R. (Vladikavkaz). Candidate of Sciences in Economy, Docent. Department of construction production of the North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) (Russia, 362021, Vladikavkaz, Nikolaeva str., 44. NCIMM (STU)). E-mail: tuskaevazalina@yandex.ru

Fardzinov G.G. (Vladikavkaz). SEVOСПРОЕКТ (Russia, 362040, Vladikavkaz, lane Stanislavsky, 5. JSC SEVOСПРОЕКТ).

Dzaparov A.E. (Vladikavkaz). Department of construction production of the North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University) [Russia, 362021, Vladikavkaz, Nikolaeva str., 44. SKGMI (GTU)]. E-mail: art13999@mail.ru

Abstract. Construction in seismic areas requires consideration and implementation of additional measures aimed at reducing the risks of a possible earthquake. The data of engineering and geological surveys are of great importance in the design. One of

the factors determining the category of seismicity of the site are soils characterized by certain physical and mechanical properties, as well as the geological structure of the soil column, which provides information about the height (depth) of the layers. In the article, using the example of Vladikavkaz, measures are being considered to reduce the magnitude of the seismic site by taking into account the capabilities of various soil layers that are included in one or another considered site. Taking into account the characteristics of the soil strata and supplementing the seismic microdistricting map with these data will allow for the design of buildings and structures, as well as for the development of urban planning plans, to take into account the nature of soils and suggest possible options.

Keywords: microdistricting, earthquake, seismics, IGE, soils, foundations

For citation. Tuskaeva Z.R., Fardzinov G.G., Dzaparov A.E. On the Question of the Addition of the Seismic Microdistricting Map. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2024, no. 4, pp. 141–144, doi: 10.22337/2077-9038-2024-4-141-144.

Карта-схема сейсмического микрорайонирования города Владикавказа была разработана Центром геофизических исследований ВНЦ РАН и РСО-А в 2010 году в масштабе М 1:10000¹.

Согласно этой карте, город может иметь координатную сетку в виде прямоугольника ABCD со сторонами 7×11 км, то есть площадью 77 км² (рис. 1). Если условиться, что шаг скважин будет 1×1 км, то их количество в этом случае будет равно 96. Вполне очевидно, что половина из них может оказаться в застроенной части города. Поэтому условно можно считать, что реально обследовать можно приблизительно лишь половину скважин, то есть 48.

Принятую сетку можно считать полигонометрической с охраняемыми законом скважинами, обозначенными металлическими пирамидами, наподобие знаков триангуляции – тригопунктов, с планово-высотной привязкой к пунктам триангуляции.

В рассуждениях авторы основываются на данных таблицы 1 СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах»², где представлены скорости V_p и V_s , а также значение сейсмической жёсткости грунта, являющиеся средневзвешенными значениями для 30-метровой толщи (считая от планировочной отметки). В упомянутой таблице также отмечается, что в случае многослойного строения грунтовой толщи грунтовые условия участка относят к менее благоприятной категории, если в пределах верхней 30-метровой толщи слою, относящемуся к этой категории, имеют суммарную мощность более 10 м.

Неизвестно, придерживаются ли геологи пунктов из таблицы 1 СП 14.13330.2018 или, пробуравив 10 метров, обозначают почвенно-растительный слой как ИГЭ³-1; глины (просадочные или непросадочные) – как ИГЭ-2; глины (просадочные или непросадочные) – как ИГЭ-3; галечниковые отложения – как ИГЭ-4.

На карте-схеме 8-балльные и 9-балльные участки – это глинистые грунты со средней мощностью пласта 6–8 метров. При этом примерно половина 9-балльных участков – глинистые просадочные грунты, а часть 8-балльных участков –

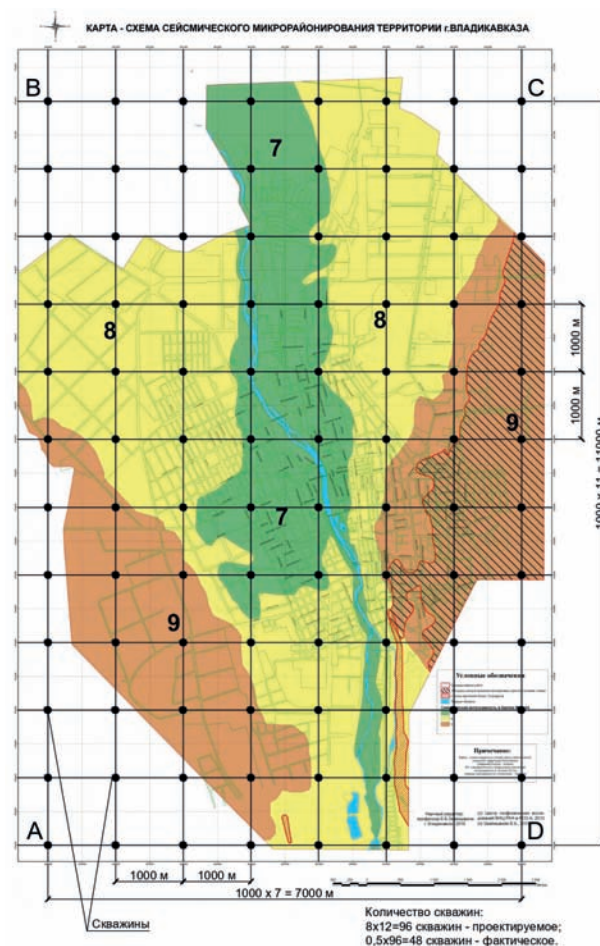


Рис. 1. Карта-схема сейсмического микрорайонирования города Владикавказа с нанесением на неё условно принятой сетки с предполагаемым расположением скважин с шагом 1000×1000 м. Схема выполнена авторами статьи с использованием карты-схемы сейсмического микрорайонирования представленную на официальном сайте Минстроя РСО-Алания (<https://minstroy.alania.gov.ru/pages/1112>)

¹ Карта-схема сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказа / Научн. ред. В.Б. Заалишвили // Центр геофизических исследований Владикавказского научного центра Российской академии наук и Правительства Республики Северная Осетия-Алания (Владикавказ, 2010.); Пояснительная записка к карте-схеме сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказа / Научн. рук. и отв. исп. В.Б. Заалишвили // Центр геофизических исследований Владикавказского научного центра Российской академии наук и Правительства Республики Северная Осетия-Алания (Владикавказ, 2010. – 29 с.).

² <https://docs.cntd.ru/document/550565571>

³ ИГЭ – инженерно-геологический элемент.

галечники с содержанием песчано-глинистого заполнителя более 30 %.

Акцент в этой работе делается на возможности обеспечения более благоприятной работы этих участков. Авторы статьи предлагают представленные на схеме (рис. 1) скважины пробурить на глубину 30–50 м, а 2-3 скважины (как контрольные) пробурить на глубину 50–100 м.

Рекомендуется свести грунты типа ИГЭ-1, ИГЭ-2 и ИГЭ-3 к несущим грунтам для многоэтажной застройки, а ИГЭ-4 – галечниковые отложения – к несущим грунтам (рис. 2). Грунты ИГЭ-1 (почвенно-растительный слой) и ИГЭ-2-3 (глины) подлежат снятию, вывозу и складированию на специально выделенных участках.

Предлагается для объектов капитального строительства подземную часть использовать для кратковременного пребывания людей – объекты образовательного, зрелищного, спортивного назначения, паркинги, а также объекты гражданской обороны [1–3].

Для малоэтажной застройки упомянутый подход допустим иногда.

В работе [4] упор делается на землетрясения групп I–V с магнитудами от $3\frac{1}{4}$ до $8\frac{1}{2}$ при глубинах залегания очага 5, 15 и 45 км. При интенсивности в 10 баллов примерное число ежегодных землетрясений равно 3, а при интенсивности в 6 баллов – 1300.

Если считать возраст планеты Земля около 4,5 млрд лет ($4,5 \cdot 10^9$), то число гипоцентров будет оцениваться десятками и сотнями тысяч землетрясений интенсивностью 6–10 баллов, причём 6-балльных будет в 400–500 раз больше, чем 10-балльных. Земная кора неравнопрочна – со сбросами, сдвигами, надвигами. Пласты давят друг на друга под разными углами, удерживаются во временном равновесии за счёт сил трения, нормальных, касательных (сдвиговых) напряжений и большого природного давления. Колебания, вызванные землетрясением, распространяются во все стороны от его очага в виде упругих волн, которые называются сейсмическими волнами. Различают четыре основных вида сейсмических волн. Первый вид волн – продольные волны «Р», второй вид

волн – поперечные волны «S», третий вид волн – колебания на поверхности Земли, называемые волнами Рэлея, которые напоминают гравитационные волны, возникающие в результате бросания камня на водную поверхность, четвёртый вид волн – волны Лява (второй вид поверхностных волн).

Как известно, поверхностные волны Рэлея и Лява имеют тенденцию затухать с увеличением глубины от планировочной поверхности. В нашем случае, эти волны будут распространяться в поверхностном почвенно-растительном слое и глинистом грунте, то есть в ИГЭ-1, ИГЭ-2, ИГЭ-3, со средним модулем деформации $E=8$ МПа. Для галечниковых отложений $E=60$ МПа. Поперечные волны в галечниковых грунтах будут гаситься боковым давлением, тогда как в глинистых грунтах они будут иметь максимальное значение $E=8$ МПа < 60 МПа.

Для многоэтажной застройки обоснован вариант заглубления в галечник, а на месте залегания слабых грунтов появляется возможность возведения нулевого цикла с организацией объектов кратковременного пребывания людей. За счёт этого снижается центр тяжести здания и жёсткость к отметке заложения фундаментов FL, что обеспечивает устойчивость против опрокидывания и сдвига при землетрясении. Для малоэтажного строительства достаточно ведение антисейсмических, противопросадочных мероприятий.

Освоение подземного пространства имеет большое количество положительных сторон [5–8], таких как:

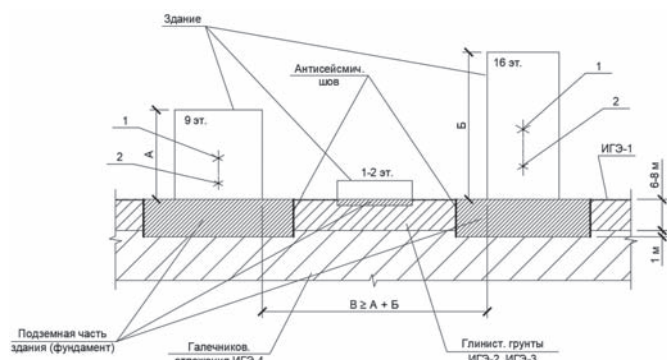
- экономия энергоресурсов на отопление;
- защита от шума и вибраций;
- возможность устройства убежищ и укрытий;
- снижение рисков от сейсмических воздействий и другие.

В Пояснительной записке к карте-схеме сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказа⁴ сказано: «Участки, сложенные сухими галечниковыми и галечниковым с песчаным и глинистым заполнителем < 30 %, которые для г. Владикавказа являются преобладающими подстилающими грунтами (достигают 200–500 м мощности и лишь на локальных участках выходят на поверхность) отнесены к 7-балльной сейсмической зоне. Такими грунтами сложены участки как левобережной, так и правобережной частей города, как правило, с глубины, превышающей 5–10 метров».

Учитывая данное заключение, авторы ещё раз акцентируют внимание на том, что строительство бывает малоэтажным и многоэтажным.

Для малоэтажного строительства пригодны ИГЭ-2 и ИГЭ-3 – глинистые грунты (просадочные и непросадочные, сейсмичностью 8–10 баллов).

Для многоэтажного строительства несущие грунты ИГЭ-4 – галечники с содержанием песчано-глинистого заполнителя



1 – центр тяжести здания при минимальной глубине опирания фундамента (опирание фундамента условно не показано); 2 – то же, при опирании фундамента на грунт типа ИГЭ-4

Рис. 2. Схематичный разрез участка строительства с расположением зданий различной этажности. Рисунок авторов статьи

⁴ Пояснительная записка к карте-схеме сейсмического микрорайонирования территории г. Владикавказа / Научн. рук. и отв. исп. В.Б. Заалишвили // Центр геофизических исследований Владикавказского научного центра Российской академии наук и Правительства Республики Северная Осетия-Алания (Владикавказ, 2010. – 29 с.).

менее 30 %, сейсмичностью 7 баллов, а грунты типа ИГЭ-2 и ИГЭ-3 подлежат вывозу и складированию на специальных пунктах.

Создание сетки полигонометрии с ячейкой 1×1 км, а в лучшем случае 0,5×0,5 км, решит многие вопросы, обеспечив плано-высотные показатели рельефа, и дополнит общую карту сейсмомикрорайонирования города.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

- При проведении инженерно-геологических изысканий предлагается выделять участки, сейсмичность которых позволяет возводить многоэтажные здания на более благоприятных в сейсмическом отношении грунтах.

- Рекомендуется использовать в качестве несущих грунтов галечники на глубине 6-10 метров, предполагая устройство подземного пространства для размещения объектов с кратковременным пребыванием людей и объектов инженерной инфраструктуры.

Список источников

1. Трегубова, М.К. Защищённые землёй общественные здания и сооружения / М.К. Трегубова, Л.В. Курганская. – Текст : непосредственный // Общественные здания. Обзорная информация. – Москва : ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре 1986. – Вып. 5. – 44 с.
2. Бирюков, А.Е. Строительство подземных сооружений в больших городах методом «стена в грунте» / А.Е. Бирюков, В.Г. Лернер, В.В. Морозов. – Текст : непосредственный // Обзоры по проблемам больших городов. – Москва : ГОСИНТИ, 1976. – № 13-76. – 34 с.
3. Синицкий, Г.М. Строительство подземных сооружений в больших городах методом «сборная стена в грунте» / Г.М. Синицкий, Г.М. Погребетский. – Текст : непосредственный // Обзоры по проблемам больших городов. – Москва : ГОСИНТИ, 1978. – № 15-78. – 20 с.
4. Сейсмостойкое строительство зданий: учебное пособие для вузов / Под ред. А. Л. Корчинского. – Москва : Высшая школа, 1971. – 319 с. – Текст : непосредственный.
5. Лернер, В.Г. Освоение подземного пространства больших городов / В.Г. Лернер, Е.В. Петренко, И.Е. Петренко. – Текст : непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2000. – № 9. – С. 157–160.
6. Мангушев, Р.А. Перспективы устройства подземных паркингов в условиях стеснённой застройки исторического центра Санкт-Петербурга / Р.А. Мангушев, А.И. Осокин, П.Г. Левинская. – DOI 10.31659/0044-4472-2019-4-3-18 – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2019. – № 4. – С. 3–18.
7. Мкртычев, О.В. Воздействие тяжёлого предмета на подземное сооружение при падении на поверхность грунта / О.В. Мкртычев, Ю.В. Новожилов, А.Ю. Савенков. – DOI 10.22363/1815-5235-2021-17-4-425-438. – Текст : непосредственный // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2021. – Т. 17, № 4. – С. 425–438.

8. Джинчвелашвили, Г.А. Количественные оценки сейсмического риска / Г.А. Джинчвелашвили, О.В. Мкртычев, М.Ф. Келешев // Геология и геофизика Юга России. – 2014. – № 2. – С. 3–12.

References

1. Tregubova M.K., Kurganskaya L.V. Zashchishchennyye zemlei obshchestvennyye zdaniya i sooruzheniya [Earth-sheltered public buildings and structures]. In: *Obshchestvennyye zdaniya. Obzornaya informatsiya* [Public buildings. Overview information]. Moscow, Tsentr nauchno-tehnicheskoi informatsii po grazhdanskomu stroitel'stvu i arkhitekture [Center for Scientific and Technical Information] Publ., 1986, Iss. 5, 44 p. (In Russ.)
2. Biryukov A.E., Lerner V.G., Morozov V.V. Stroitel'stvo podzemnykh sooruzhenii v bol'shikh gorodakh metodom «stena v grunte» [Construction of Underground Structures in Large Cities by the "Wall in the Ground" Method]. In: *Obzory po problemam bol'shikh gorodov* [Reviews on the Problems of large Cities]. Moscow, GOSINTI Publ., 1976, no. 13-76, 34 p. (In Russ.)
3. Sinitskii G.M., Pogrebetskii G.M. Stroitel'stvo podzemnykh sooruzhenii v bol'shikh gorodakh metodom «sbornaya stena v grunte» [Construction of Underground Structures in Large Cities Using the "Precast Diaphragm Wall" Method]. In: *Obzory po problemam bol'shikh gorodov* [Reviews on the Problems of large Cities]. Moscow, GOSINTI Publ., 1978, № 15-78, 20 p. (In Russ.)
4. Korchinskii A.L. (ed.). Seismostoikoe stroitel'stvo zdaniy [Earthquake-Resistant Construction of Buildings]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1971, 319 p. (In Russ.)
5. Lerner V.G., Petrenko E.V., Petrenko I.E. Osvoenie podzemnogo prostranstva bol'shikh gorodov [Development of Underground Space of Large Cities]. In: *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'* [Mining Information and Analytical Bulletin], 2000, no. 9, pp. 157–160. (In Russ.)
6. Mangushev R.A., Osokin A.I., Levinskaya P.G. Perspektivy ustroystva podzemnykh parkingov v usloviyakh stesnennoi zastroiki istoricheskogo tsentra Sankt-Peterburg [Prospects for the Construction of Underground Parkings under Conditions of Tight Development of the Historic Center of St. Petersburg]. In: *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2019, no. 4, pp. 3–18. DOI 10.31659/0044-4472-2019-4-3-18. (In Russ., abstr. in Engl.)
7. Mkrtychev O.V., Novozhilov Yu.V., Savenkov A.Yu. Vozdeistvie tyazhelogo predmeta na podzemnoe sooruzhenie pri padenii na poverkhnost' grunta [The Impact of Heavy Object on an Underground Structure When Falling on to the Ground Surface]. In: *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruksii i sooruzhenii* [Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings], 2021, Vol. 17, no. 4, pp. 425–438. DOI 10.22363/1815-5235-2021-17-4-425-438. (In Russ., abstr. in Engl.)
8. Dzhinchvelashvili G.A., Mkrtychev O.V., Keleshev M.F. Kolichestvennyye otsenki seismicheskogo riska [The Quantitative Assessments of the Seismic Risk]. In: *Geologiya i geofizika Yuga Rossii* [Geology and Geophysics of Russian South], 2014, no. 2, pp. 3–12. (In Russ., abstr. in Engl.)