



УДК 550.349.4

## СЕЙСМИЧЕСКОЕ МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО РАЙОНА ОТ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОД РЕК АДАГУМ, НЕБЕРДЖАЙ, БАКАНКА

### SEISMIC MICRODISTRICTING TO PROTECT THE TERRITORY OF THE CRIMEAN DISTRICT FROM THE NEGATIVE EFFECTS OF WATER ADAGUM, NEBERJAY, BAKANKA RIVERS

**Бабушкина Софья Михайловна**

студентка 4 курса кафедры геофизических методов поиска и разведки, Кубанский государственный университет  
lasofiya.z@gmail.com

**Долгушин Денис Николаевич**

студент 2 курса магистратуры кафедры геофизических методов поиска и разведки, Кубанский государственный университет  
dolgushindenistrustno1@mail.ru

**Захарченко Евгения Ивановна**

кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой геофизических методов поисков и разведки, Кубанский государственный университет  
evgenia-zax@yandex.ru

**Аннотация.** Сейсмическая опасность с каждым годом не уменьшается, а растет в прямой связи с хозяйственным освоением сейсмоактивных территорий и воздействием человека на литосферную оболочку Земли. Повышенный сейсмический риск связан и с размещением в сейсмоактивных регионах экологически опасных объектов, поскольку даже незначительные землетрясения могут нарушить их нормальное функционирование. Территория Крымского района Краснодарского края также относится к опасной в сейсмическом отношении.

**Ключевые слова:** сейсмическое микрорайонирование, балльность, землетрясения, линеамент, метод аналогий, метод сейсмических жесткостей.

**Babushkina Sofia Mikhailovna**

4th year Student of the Department of Geophysical Methods of Prospecting and Exploration, Kuban State University  
lasofiya.z@gmail.com

**Dolgushin Denis Nikolaevich**

2nd year Master's Student of the Department of Geophysical Methods of Prospecting and Exploration, Kuban State University  
dolgushindenistrustno1@mail.ru

**Zakharchenko Evgeniya Ivanovna**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the department of geophysical methods of prospecting and exploration, Kuban State University  
evgenia-zax@yandex.ru

**Annotation.** The seismic hazard does not decrease every year, but increases in direct connection with the economic development of seismically active territories and the human impact on the earth's lithospheric shell. An increased seismic risk is also associated with the placement of environmentally hazardous objects in seismically active regions, since even minor earthquakes can disrupt their normal functioning. The territory of the Krymsky district of the Krasnodar territory is also considered dangerous in terms of seismic activity.

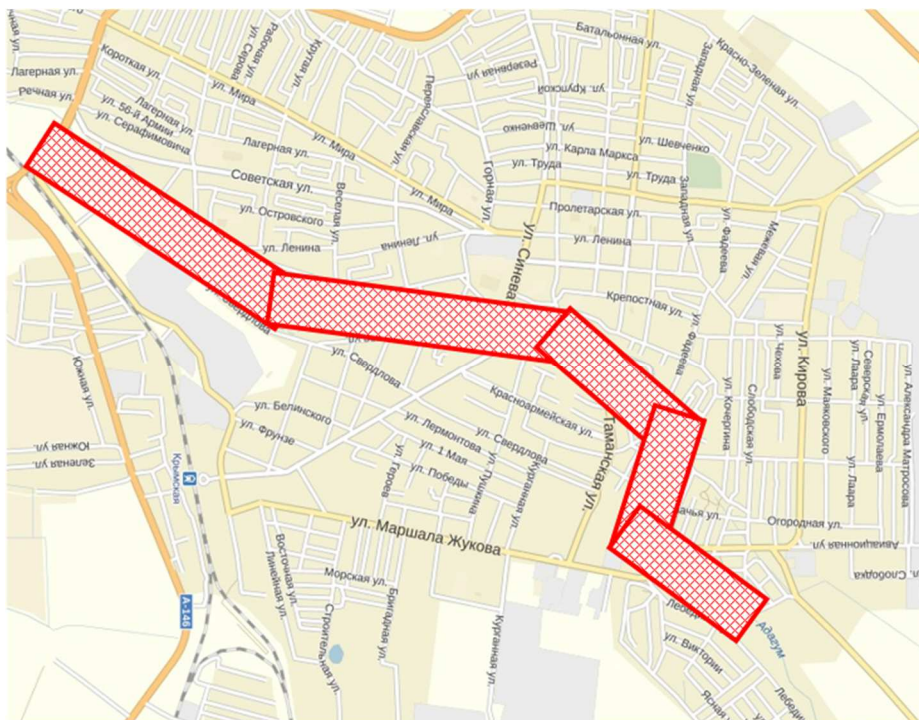
**Keywords:** seismic microdistricting, score, earthquakes, lineament, method of analogies, method of seismic stiffness.

Сейсмическая опасность с каждым годом не уменьшается, а растет в прямой связи с хозяйственным освоением сейсмоактивных территорий и воздействием человека на литосферную оболочку Земли (строительство крупных гидротехнических сооружений, добыча полезных ископаемых и т.п.). Повышенный сейсмический риск связан и с размещением в сейсмоактивных регионах экологически опасных объектов, поскольку даже незначительные землетрясения могут нарушить их нормальное функционирование. Территория Крымского района Краснодарского края также относится к чрезвычайно опасной в сейсмическом отношении.

Сейсмическое микрорайонирование (СМР) – определение сейсмичности площадки изысканий на основе материалов уточнения исходной сейсмичности, детального сейсмического районирования с учётом локальных грунтовых условий по данным инженерно-геологических изысканий.

Проведение сейсмического микрорайонирования площадок строительства зданий и сооружений предусмотрено в районах с сейсмичностью 7, 8 или 9 баллов согласно предварительной оценке на основе карт общего сейсмического районирования и СП 14.13330.2014.

В геоморфологическом отношении территория Крымского района Краснодарского края расположена в пределах Закубанской наклонной террасированной равнины, в пределах верхнечетвертичной террасы р.Кубань, которая в районе Варнавинского водохранилища примыкает к Приазовской низменной дельтовой равнине. Долина р.Адагум прорезает верхнечетвертичную террасу, формируя в ней свои геоморфологические структуры более низкого порядка. Участок инженерно-геологических изысканий показан на рисунке 1.



**Рисунок 1** – Участок инженерно-геологических изысканий в г. Крымск:



– участок инженерно-геологических изысканий

На рассматриваемом участке инженерно-геологических изысканий геологический разрез представлен: современными техногенными отложениями ( $tQ_{IV}$ ), голоценовыми аллювиальными отложениями ( $aQ_{IV}$ ), верхнеплейстоцен-голоценовыми аллювиально-делювиальными отложениями ( $aQ_{III-IV}$ ), палеоген-неогеновыми отложениями майкопской свиты ( $P-N^1, mk$ ) [3].

Современные техногенные отложения ( $tQ_{IV}$ ) представлены насыпными грунтами. Это грунты, слагающие тела дамб, отвалы грунтов, укрепления берегов каменной наброской, автодорожные насыпи, которые сложены щебнем, песком, гравием и галькой с асфальтовым покрытием и без покрытия, строительным мусором (битый кирпич, куски бетона), суглинком. Эти отложения неоднородные, неслажавшиеся. Мощность их колеблется на участке изысканий от 0,3 м до 5,5 м. Отложения выделены в инженерно-геологический элемент (ИГЭ-1).

Голоценовые аллювиальные отложения ( $aQ_{IV}$ ) представлены:

- песком бурым, гравелистым от влажного до водонасыщенного, средней плотности. Залегает в виде прослоев и линз мощностью до 1,0 м, а в некоторых районах мощность его достигает до 1,1–5,1 м. Отложения выделены в инженерно-геологический элемент (ИГЭ-11);
- гравийным грунтом с супесчаным заполнителем (32,3%), от влажного до водонасыщенного, средней плотности, мощность изменяется от 0,3 м до 15,5 м. Отложения выделены в инженерно-геологический элемент (ИГЭ-12);
- галечниковым грунтом с супесчаным заполнителем (18,0%), от влажного до водонасыщенного, средней плотности, мощность изменяется от 0,5 м до 1,1 м. Отложения выделены в инженерно-геологический элемент (ИГЭ-13).

Верхнеплейстоцен-голоценовые аллювиально-делювиальные отложения ( $aQ_{III-IV}$ ) представлены:

- глиной буровато-коричневатой, с серыми пятнами, твердой, влажной, с включением карбонатов, гидроокислов Mn и Fe, ожелезненной, вскрытой мощностью от 0,8 м до 9,9 м. Отложения выделены в инженерно-геологический элемент (ИГЭ-8);
- суглинками буровато-коричневатыми, с серыми пятнами, твердыми, влажными, с включением карбонатов, гидроокислов Mn и Fe, единичные включения гравия до 5%, вскрытой мощностью от 0,5 м до 7,8 м. Отложения выделены в инженерно-геологический элемент (ИГЭ-9);
- суглинками буровато-коричневатыми, с серыми пятнами, полутвердыми, влажными, с включением карбонатов, гидроокислов Mn и Fe, единичными включениями гравия до 5%, вскрытой мощностью от 0,6 м до 5,6 м. Отложения выделены в инженерно-геологический элемент (ИГЭ-10).

Палеоген-неогеновые отложения майкопской свиты ( $P-N^1, mk$ ) представлены:

- глиной серовато-голубоватой, серовато-зеленоватой, твердой, влажной, тонкослоистой, аргиллитоподобной, вскрытой мощностью от 2,3 м до 8,0 м. Отложения выделены в инженерно-геологический элемент (ИГЭ-14).

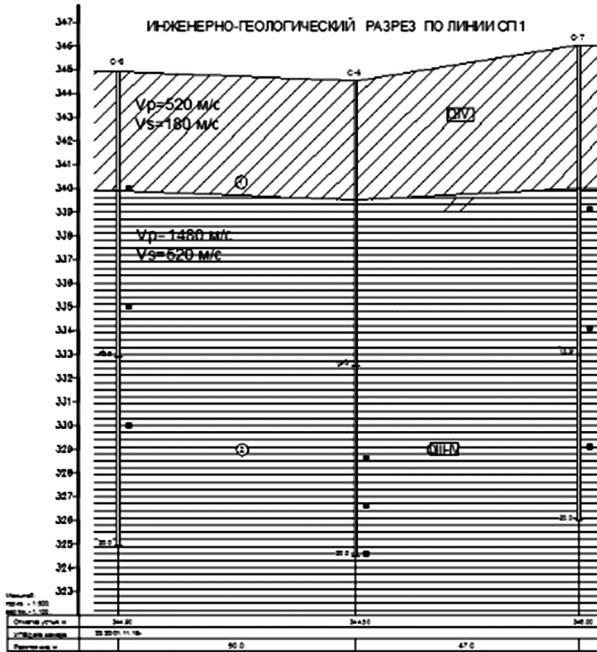


Рисунок 2 – Инженерно-геологический разрез по СП-1

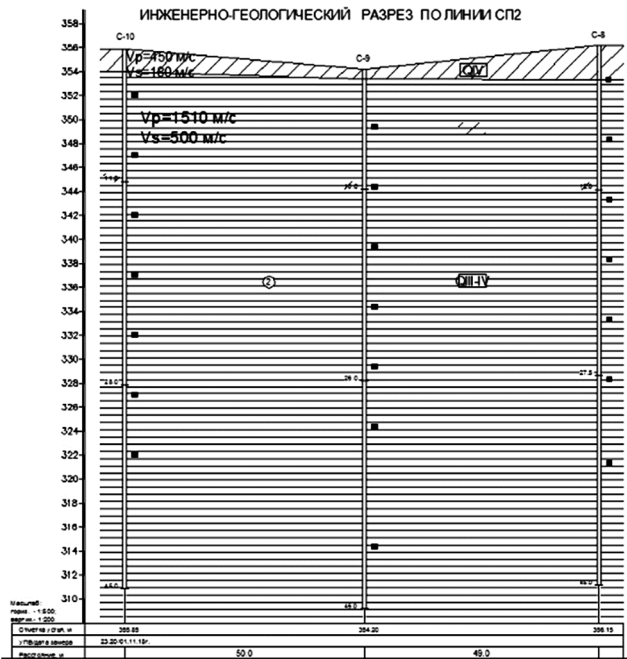


Рисунок 3 – Инженерно-геологический разрез по СП-2

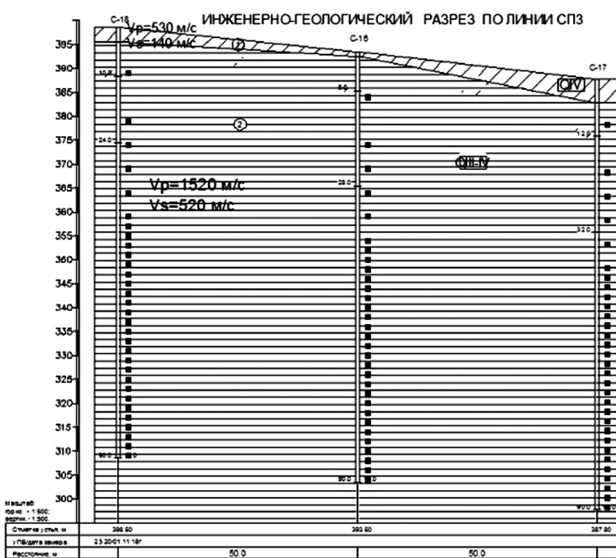


Рисунок 4 – Инженерно-геологический разрез по СП-3

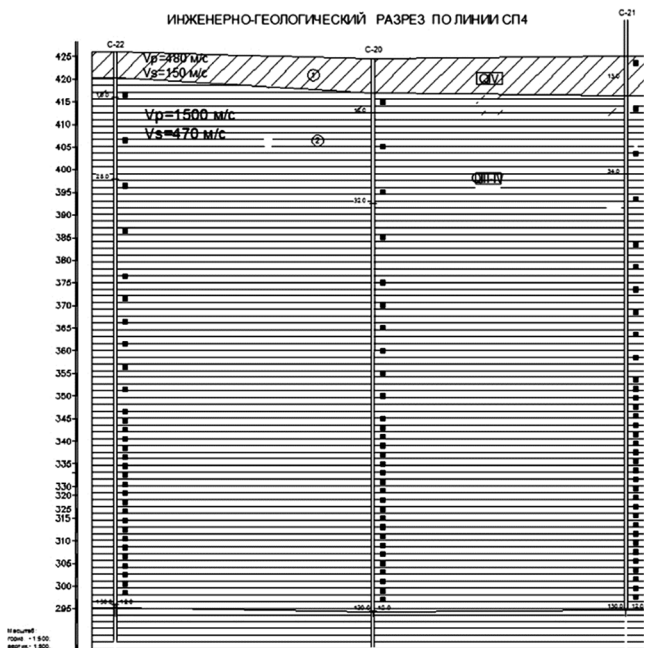


Рисунок 5 – Инженерно-геологический разрез по СП-4

На рассматриваемом участке инженерно-геологических изысканий были проведены геофизические исследования, которые включали в себя сейсморазведочные работы корреляционным методом преломленных волн (КМПВ).

Основной задачей геофизических исследований являлось расчленение разреза по сейсмическим свойствам с определением скоростей распространения упругих волн в среде, определение скоростных характеристик грунтовых комплексов и уровня грунтовых вод. В соответствии с поставленными задачами была определена методика полевых сейсмических наблюдений [3].

Полевые профильные наблюдения проводились методом преломленных волн (КМПВ) по схемам Z-Z (продольные волны) и Y-Y (поперечные волны). Шаг между пунктами приема составил – 5 м, шаг между пунктами возбуждения – 25 м и 30 м, длина расстановки – 115 м, максимальная длина годографа составила также 115 м [3]. При проведении сейсморазведочных работ применялась цифровая инженерная сейсмостанция «Лакколит X-M3» (производства ООО «Логические системы»).

Для площадки строительства на основании проведенных расчетов реакции геологической среды на сейсмические воздействия от землетрясений установлено, что наиболее опасными для пло-



щадки строительства являются землетрясения из зоны возникновения очагов землетрясений (ВОЗ), представленной линеаментом L0025 с  $M_{max} = 8,0$  [3].

Оценки уровня сейсмической опасности, выполненные с использованием метода аналогий, метода сейсмических жесткостей и математического моделирования реакции приповерхностной толщи грунтов на сильные землетрясения дают сопоставимые по величине результаты [2].

Расчетная сейсмичность участка инженерно-геологических изысканий, определенная на основании проведенных расчетов реакции геологической среды на сейсмические воздействия от землетрясений и рекомендуемая для проектных расчетов, составляет 8 баллов при периоде повторяемости 500 лет.

Инженерно-геологические разрезы по сейсмическим профилям СП-1 – СП-4 представлены на рисунках 2–5. Параметры моделей грунтовой толщи приведены в таблице 1.

**Таблица 1** – Параметры моделей грунтовой толщи

№ модели	№ слоя	Скорость поперечных волн, $V_s$ , м/с	Мощность слоя, $h$ , м	Плотность, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Уровень грунтовых вод, м	$\Delta I$ , балл
СП-1	1	147	0,8	1,59	5,3	+0,31
	2	147	3,1	1,92		
	3	446	1,4	2,04		
	4	446	4,7	1,93		
СП-2	1	158	2,0	1,59	2,0	+0,34
	2	504	3,5	2,04		
	3	504	4,5	1,93		
СП-3	1	135	1,0	1,59	1,6	+0,28
	2	517	9,0	1,86		
СП-4	1	143	0,4	1,59	5,3	+0,41
	2	143	3,1	1,92		
	3	470	1,3	1,93		
	4	470	5,2	1,4		

Максимальная выявленная сейсмичность площадки определена по профилю СП.4 и равна 8,41 балла. При использовании СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах», необходимо использовать для проектных расчетов максимальную выявленную сейсмичность площадки 8,41 балла с возможным ее округлением до 8,5 баллов [1].

**Литература:**

1. Методы оценки сейсмических воздействий / В.В. Штейнберг, М.В. Сакс, Ф.Ф. Аптикаев [и др.] // В кн.: Задание сейсмических воздействий. Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 34. – М. : Наука, 1993. – С. 5–94.
2. Уломов В.И. Вероятностно-детерминированная оценка сейсмических воздействий на основе карт ОСР-97 и сценарных землетрясений // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – М. : РАСС, 2005. – № 4. – С. 60–68.
3. Бабушкина С.М., Долгушин Д.Н., Захарченко Е.И. Сейсмическое микрорайонирование территории Крымского района // Сборник статей материалов международной научно-практической конференции «Referatotech»: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг. – Т. 1. – 2020. – С. 33–35.

**References:**

1. Methods of seismic effects estimation / V.V. Steinberg, M.V. Saks, F.F. Aptikaev [et al.] // In the book: Setting seismic effects. Problems of Engineering Seismology. Issue. 34. – M. : Nauka, 1993. – P. 5–94.
2. Ulomov V.I. Probabilistic-Deterministic Estimation of Seismic Influences on the Basis of OSR-97 Maps and Scenario Earthquakes // Seismic Construction. Safety of Structures. – M. : RAS, 2005. – № 4. – P. 60–68.
3. Babushkina S.M., Dolgushin D.N., Zakharchenko E.I. Seismic microzonation of Krymsky area territory // Proceedings of the International Scientific-Practical Conference «Referatotech»: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – South. – V. 1. – 2020. – P. 33–35.