

УДК 550.34

МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОБ АЛУШТИНСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 13 МАЯ 2016 Г.

Князева В. С., Скляр А. А.

*Институт сейсмологии и геодинамики ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: smr.sklar@gmail.com*

Изложена методика и результаты макросейсмического обследования ощутимого землетрясения 13 мая 2016 г. Приведена схема распределения интенсивности сотрясений на территории Южного берега Крыма. Интенсивность сотрясений в пределах исследуемой территории составила от 3 до 5 баллов. Рассчитаны параметры макросейсмического поля.

Ключевые слова: макросейсмическое обследование, шкала интенсивности, схема изосейст.

ВВЕДЕНИЕ

13 мая 2016 г. в 14 ч 05 мин 27.8 с (по Гринвичу) в районе г. Алушты на территории Южного берега Крыма произошло землетрясение с магнитудой 3.3, глубина очага $h = 13$ км; координаты: $\varphi = 44.63^\circ$, $\lambda = 34.41^\circ$ (по данным Крымской сети сейсмических станций), которое ощущалось жителями некоторых населенных пунктов.

Сбор макросейсмических данных выполнен 17 и 18 мая 2016 г. сотрудниками Института сейсмологии и геодинамики (структурное подразделение) Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского (г. Симферополь). В состав макросейсмического отряда входили: м. н. с. В. С. Князева, зав. лабораторией инженерно-сейсмологических исследований А. А. Скляр, инженеры I категории Г. Н. Бушмакина, О. А. Селезнева, техник I категории Е. Г. Пехтерева, водитель В. А. Коротков. Сотрудники сейсмостанции «Алушта» (зав. сейсмостанцией В. А. Антонюк, М. И. Макарова, А. А. Розгачева) в первые часы после землетрясения провели телефонный опрос, в результате которого охватили 76 человек на территории г. Алушты.

Всего опрошено около 500 человек в 18 населенных пунктах Большой Алушты от пгт. Гурзуф до с. Рыбачье.

1. МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Обработка макросейсмических данных проводилась в соответствии со шкалой MMSK-84 [1], которая в описательной части не отличается от шкалы MSK-64 [2]. В качестве основного объекта при определении интенсивности сотрясений выбран «человек в нормальном состоянии» (в помещении: спящий, движущийся или занятый физическим трудом; вне помещения: в спокойном состоянии). При этом отбирались данные по ощущениям людей, находящихся на первых этажах многоэтажных зданий или в одноэтажных домах. При недостатке информации привлекались данные по верхним этажам многоэтажных зданий.

МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОБ АЛУШТИНСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 13
МАЯ 2016 Г.

Для каждого объекта оценивалась степень реакции (d_i), после чего производился расчет средней степени реакции ($d_{cp.}$) для отдельных населенных пунктов и предварительно выделенных компактно расположенных участков территории города Алушты. Переход от средней степени реакции к интенсивности сотрясений в *баллах* выполнен по критериям шкалы MMSK-84.

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Интенсивность сотрясений составила от 4–5 (г. Алушта) до 2–3 баллов (с. Рыбачье). В северной части региона (с. Генеральское, с. Верхняя Кутузовка, п. Краснокаменка) землетрясение не ощущалось (Табл. 1).

Таблица 1.

Интенсивность сотрясений при землетрясении 13 мая 2016 года в населенных пунктах Южного берега Крыма

№	Пункт	φ° , N	λ° , E	Δ , км	Az°
	<u>4–5 баллов</u>				
1	г. Алушта	44.66	34.45	4.6	43.5
	<u>4 балла</u>				
2	с. Малый Маяк	44.61	34.42	2.4	160.4
3	Профессорский уголок	44.66	34.40	3.4	346.7
4	Санаторий Утес	44.59	34.40	4.5	190.1
5	кафе на дороге Лучистое – Судак	44.74	34.48	13.4	24.3
6	с. Солнечногорское	44.74	34.60	19.3	50.8
	<u>3 балла</u>				
7	с. Запрудное	44.59	34.37	5.4	215.5
8	с. Изобильное	44.69	34.41	6.7	0
9	п. Партенит	44.57	34.39	6.8	193.3
10	с. Нижняя Кутузовка	44.70	34.43	7.9	11.5
11	п. Гурзуф	44.54	34.34	11.4	209.0
12	с. Лучистое	44.74	34.42	12.2	3.7
13	с. Малореченское	44.75	34.61	20.7	49.8
	<u>2–3 балла</u>				
14	с. Рыбачье	44.76	34.65	23.8	52.6
	<u>Не ощущалось</u>				
15	с. Верхняя Кутузовка	44.71	34.43	9.0	10.1
16	п. Краснокаменка	44.55	34.35	10.1	208.1
17	с. Генеральское	44.79	34.54	20.5	30.0
18	с. Приветное	44.81	34.73	32.2	51.5

Примечание. В таблице приняты сокращения: г. – город; п. – поселок; с. – село. Эпицентрального расстояние (Δ) рассчитано от инструментального эпицентра.

По имеющимся макросейсмическим данным построена схема распределения интенсивности сотрясений, проведены изосейсты 4 и 3 балла (Рис. 1).



Рис. 1. Схема распределения интенсивности сотрясений при землетрясении 13 мая 2016 г. на территории Южного берега Крыма.

Изосейсты имеют форму полуэллипсов, вытянутых в северо-восточном направлении вдоль южной кромки Главной гряды Крымских гор. Большая ось четырехбалльной изосейсты (от п. Утес до с. Солнечногорского) составляет 22 км (азимут $Az - 40^\circ$); трехбалльной изосейсты (от п. Гурзуф до с. Малореченского) – 32 км.

Результаты опроса в зоне четырехбалльных сотрясений:

Малый Маяк. Опрошено 14 человек. Ощущался мягкий быстрый толчок, перпендикулярно к морю; только один человек испугался. Респонденты заметили качание дивана, дрожь стен, открылась дверь. Двое спящих не ощутили землетрясение.

Профессорский уголок. Опрошено несколько отдыхающих, которые заметили, как тряслись стены, ощутили толчок.

Солнечногорское. Опрошено 29 человек. Большинство ощутили землетрясение, но не поняли причины сотрясений – приняли за взрыв; два человека испугались; было отмечено дребезжание и раскачивание посуды, падение легких предметов (иконка упала с полки).

Кафе на 16-м километре дороги из с. Лучистого в г. Судак. Трое сотрудников ощутили землетрясение – 2 толчка; не испугались, тряслась посуда; дребезжание, «как КАМАЗ едет».

В зону трехбалльных сотрясений входят п. Партенит (23 опроса), с. Запрудное (7 опросов), с. Изобильное (12 опросов), с. Нижняя Кутузовка (6 опросов), п. Гурзуф (34 опроса), с. Лучистое (9 опросов), с. Малореченское (17 опросов). Здесь землетрясение ощутила примерно половина респондентов – толчки, раскачивание и дребезжание, находящиеся на улице толчка не ощутили.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. АЛУШТЫ

Максимальная интенсивность сотрясений (4–5 баллов) была отмечена в Алуште. Всего в городе опрошено 233 человека. Землетрясение ощутили сильно; некоторые испугались и выбежали из помещения; почти все опрошенные не сразу поняли, что произошло землетрясение («думали, что взорвался газ»; «ощущение, будто в дом врзался КАМАЗ»; «будто сильно хлопнули дверью»). Почти все заметили раскачивание люстр, дребезжание посуды, раскачивание мебели («подпрыгнул холодильник»; «шкаф открылся»; «хлопнули приоткрытые окна»; «диван ходил ходуном»). Люди, находящиеся на улице, тоже ощутили достаточно сильно («земля уходила из-под ног»; «тряхнуло, как железнодорожный состав тронулся»; «сидел в машине, машину закачало, как толкнул кто-то»).

Наиболее сильно землетрясение ощутили в центральной части города – на участке от набережной до автовокзала (Рис. 2).



Рис. 2. Схема распределения интенсивности сотрясений при землетрясении 13 мая 2016 г. на территории г. Алушты.

4. ПАРАМЕТРЫ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Координаты макросейсмического эпицентра ($\varphi = 44.67^\circ$; $\lambda = 34.45^\circ$), что близко к координатам, полученным по инструментальным данным ($\varphi = 44.63^\circ$; $\lambda = 34.41^\circ$). Макросейсмический эпицентр смещен на 5.4 км к северо-западу.

По материалам макросейсмического обследования получены приближенные оценки глубины очага землетрясения. Использовалось уравнение макросейсмического поля Блейка – Шебалина [3]:

$$b * M = I_0 + v * \lg(h) - c,$$

где $I_0 = 4$; $b = 1.5$; $v = 3.5$; $c = 3.0$; h – глубина очага, M – магнитуда землетрясения (принято значение $M = 3.3$, определенное инструментальными методами).

МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОБ АЛУШТИНСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 13 МАЯ 2016 Г.

Глубина очага землетрясения, рассчитанная по макросейсмическим данным, составила в среднем: $h \sim 3.5$ км.

Также были рассчитаны коэффициенты затухания в различных азимутальных направлениях от эпицентра. Использовалась формула [4]:

$$(I_i - I_0)/\nu = \lg((r_i^2 + 1)/r_0^2)^{0.5},$$

где $I_0 = 4$; $I_i = 3$; ν – коэффициент затухания; r_i – средний радиус i -й изосейсты (от инструментального эпицентра) в выбранном азимуте (Az).

Таблица 2.

Коэффициенты затухания

Az°	$\Gamma_{0cp.}$	$\Gamma_{1cp.}$	ν
350–360	3.4	9.4	2.1
190–210	4.5	6.1	4.4
40–60	20.7	16.3	4.8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сейсмические воздействия от землетрясения 13 мая 2016 г. проявились на территории Южного берега Крыма с интенсивностью до 5 баллов. Макросейсмический эпицентр землетрясения смещен на 5.4 км к северо-западу по отношению к инструментальному. Интенсивность сотрясений быстро спадает в юго-западном и северо-западном направлениях.

Список литературы

1. Ершов И. А., Шебалин Н. В. Проблема конструкции шкалы интенсивности землетрясений с позиций сейсмологов. Прогноз сейсмических воздействий // Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 25. М.: Наука, 1984. С.78–96.
2. Медведев С. В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М.: МГК АН СССР, 1965. 11 с.
3. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. / Отв. ред. Н. В. Кондорская, Н. В. Шебалин. Раздел «Крым – Нижняя Кубань». М.: Наука, 1977. С. 55–68.
4. Шебалин Н. В. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании. Сейсмическое районирование территории СССР. М.: Наука, 1968. С. 95–111.

MACROSEISMIC DATA ON THE ALUSHTA EARTHQUAKE ON MAY 13, 2016

Knyazeva V. S., Sklyar A. A.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, Russia
E-mail: smr.sklyar@gmail.com*

On May 13, 2016 at 14:05. 27.8 sec. (GMT) near Alushta in the territory of the Southern coast of the Crimea occurred an earthquake with magnitude 3.3, epicenter depth $h = 13$ km; coordinates: $\varphi = 44.63^\circ$, $\lambda = 34.41^\circ$ (according to the Crimean network of seismic stations).

Collection of macroseismic data is executed on May 17 and 18, 2016 by the staff of Institute of seismology and geodynamics (structural subdivision of the Crimean federal university of V.I. Vernadsky) (Simferopol).

In total about 500 people in 17 urban-type settlements of Big Alushta from Gurzuf in the west to Rybach`e village in the east are polled.

Processing of macroseismic data was carried out according to a scale of MMSK-84 [1] which in a descriptive part does not differ from a scale of MSK-64 [2]. As the main object in case of determination of intensity of shakes «the person in the normal state» is selected (indoors, sleeping, moving or occupied with physical work, out of location, in a quiet status). At the same time data on the people who are on the first floors of multi-storey buildings or in one-storey houses were selected. In case of a lack of information data about the upper floors of multi-storey buildings were attracted.

The intensity of shakes was from 4–5 (Alushta city) to 2–3 points (Rybach`e village). In northern part of the region (General`skoe village; Verkhnyaya Kutuzovka village, Krasnokamenka settlement) the earthquake was not felt (table 1). Coordinates of macroseismic epicenter $\varphi = 44.40^\circ$; $\lambda = 34.27^\circ$. On the available macroseismic data the diagram of distribution of intensity of shakes is constructed (fig. 1). The isoseists of 4 and 3 points was drawn. Isoseists have the form of the semi-ellipses which are drawn out in the northeast direction along the southern edge of the Main ridge of the Crimean Mountains. The length of big axis of a 4-points isoseist (from the Utes village to Solnechnogorsk settlement) is 22 km; the length of 3-points isoseist (from the Gurzuf settlement to the Malorechenskoe village) is 32 km.

Keywords: macroseismic survey, intensity scale, diagram of isoseists.

References

1. Ershov I. A., Shebalin N. V. Problema konstrukcii shkaly intensivnosti zemletryasenij s pozicij sejsmologov. Prognoz sejsmicheskikh vozdeystvij // Voprosy inzhenernoj sejsmologii, vyp. 25. Moscau: Nauka, 1984, pp. 78–96 (in Russian).
2. Medvedev S. V., Shponhojer V., Karnik V. Shkala sejsmicheskoi intensivnosti MSK-64. Moscau: MGK AN SSSR, 1965, 11 p. (in Russian).
3. Novyj katalog sil'nyh zemletryasenij na territorii SSSR s drevnejshih vremen do 1975 g. / Otv. red. N. V. Kondorskaya, N. V. Shebalin. Razdel «Krym – Nizhnyaya Kuban'». Moscau: Nauka (Publ.), 1977, pp. 55–68 (in Russian).
4. Shebalin N. V. Metody ispol'zovaniya inzhenerno-sejsmologicheskikh dannyh pri sejsmicheskom rajonirovanii. Sejsmicheskoe rajonirovanie territorii SSSR. Moscau: Nauka (Publ.), 1968, pp. 95–111 (in Russian).