

Крымско-Черноморский регион

¹И.В. Калинин, ¹В.А. Свидлова, ^{1,2}М.Н. Бондарь,
¹Н.М. Козиненко, ¹З.Н. Сыкчина, ¹Ф.Н. Панков, ^{1,2}В.А. Бойко

¹ИСГ КФУ, г. Симферополь; ²ГАУ «КРЦ», г. Симферополь

Инструментальный мониторинг сейсмических процессов в Крымско-Черноморском регионе выполнялся в 2022 г. сетью из семи сейсмических станций геофизической обсерватории ИСГ КФУ и трех станций ГАУ «КРЦ». Регистрация на пункте «Тарханкут» (TARU) прекращена 6 мая в связи с неисправностью регистратора. Расположение всех станций и границы региона показаны на рис. 1.4, основные сведения о сейсмических станциях и их аппаратурном оснащении приведены в табл. 1.5 и 1.6.

Все станции оснащены цифровым оборудованием. Семь из десяти станций Крыма оборудованы цифровыми сейсмическими регистраторами «Байкал-8» [1] (табл. 1.5 и 1.6). Две станции («Симферополь», «Ялта») оснащены дополнительными комплектами длинно-периодных сейсмометров СКД. Оснащение станций GPS-приемниками и средствами передачи данных позволяет выполнять сбор сейсмических данных в режиме, близком к реальному времени. Все цифровые станции, на которых установлены «Байкал-8», работают синхронно, АЧХ представлены в виде нулей и полюсов, точность привязки по GPS ко времени UTS – не более 5 мкс. Эти пункты наблюдений, согласно [2], соответствуют требованиям к региональным станциям, т.к. среднесуточный уровень шумов не превышает верхний уровень модели шумов Дж. Петерсона в диапазоне частот от 0.1 до 10 Гц [3].

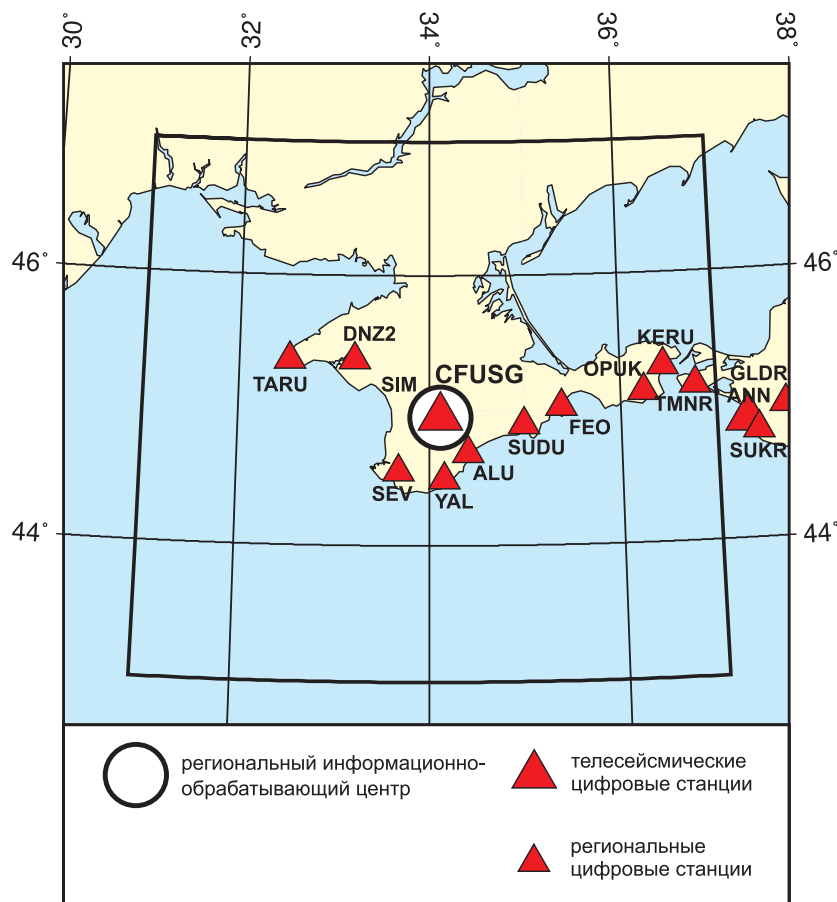


Рис. 1.4. Сейсмические станции Крымско-Черноморского региона в 2022 г.

Черный шрифт – международные коды центра и станций

Таблица 1.5. Сведения о сейсмических станциях ИСГ КФУ (центр CFUSG)

№	Сейсмическая станция		Дата открытия (последней модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	название	код		φ, °N	λ, °E	h, м			
1	Алушта	ALU	Алш	03.10.1951 (19.07.2006)	44.680	34.402	61	Глинистые сланцы	СКМ-3
2	Керчь	KERU	KERU	07.03.1968 (29.08.2019)	45.305	36.453	50	Известняк мшанковый	СМ-3+ Байкал-8
3	Севастополь	SEV	Свс SE1	28.06.1928 (21.06.2016)	44.544	33.683	42	Известняки массивные	СКМ-3, СХ+ Байкал-8
4	Симферополь	SIM	Смф	14.05.1928 (01.04.2016)	44.948	34.113	275	Нуммулитовый известняк	СКД, СМ-3+ Байкал-8
5	Судак	SUDU	Сдк	18.10.1988 (29.07.2006)	44.887	34.986	108	Глинистые сланцы	СКМ-3
6	Феодосия	FEO	Фдс	11.10.1927 (06.09.2006)	45.021	35.382	40	Мергелистая глина	СХ, СКМ-3
7	Ялта	YAL	Ялт	13.03.1928 (21.04.2016)	44.489	34.153	24	Аргиллиты с прослоями алевролитов и песчаников	СМ-3, СКД+ Байкал-8

Таблица 1.6. Сведения о сейсмических станциях ГАУ «КРЦ» на Крымском п-ове

№	Сейсмическая станция		Дата открытия–закрытия	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	название	код		φ, °N	λ, °E	h, м			
1	Донузлав2	DNZ2	DNZ2	26.07.2018	45.375	33.214	56	Известняк	СМ-3+ Байкал-8
2	Опук	OPUK	OPUK	19.05.2021	45.116	36.243	80	Мшанковый известняк	СМ-3+ Байкал-8
3	Тарханкут	TARU	TARU	11.07.2012– 06.05.2022	45.367	32.532	10	Известняк	СМ-3+ Байкал-8

Уровень представительной регистрации землетрясений на разных участках территории региона меняется от $K_{II}=6$ до $K_{II}=9$ (K_{II} – энергетический класс по Б.Г. Пустовитенко [4]). Для всего региона в целом чувствительность сети позволяет регистрировать без пропусков землетрясения с $M \approx 3$ ($K_{II}=9$), а для наиболее опасных зон Крыма от Севастополя до Феодосии – с $M \approx 1.8$ ($K_{II}=7$) [5].

Параметры очагов землетрясений рассчитывались с использованием программного комплекса WSG [6, 7] и программы сводной обработки GIPO8, разработанной в регионе (автор В.Е. Кульчицкий) [8].

В 2022 г. в Крымско-Черноморском регионе в пределах условных границ ($\varphi=43\text{--}47^\circ\text{N}$, $\lambda=31\text{--}37^\circ\text{E}$) (рис. 1.4) зарегистрировано 44 землетрясения с магнитудой $M=0.8\text{--}2.7$ ($K_{II}=5.6\text{--}9.0$). Параметры всех локализованных очагов включены в электронный вариант регионального каталога [9]. В печатном варианте каталога опубликованы параметры 31 землетрясения с $M \geq 1.3$ [10]. В каталог Крымско-Черноморского региона [9] в качестве альтернативных решений добавлены параметры восьми землетрясений из каталога Северо-Кавказского региона [11], параметры 14 землетрясений из каталога [9] перенесены в каталог [11] в качестве альтернативных решений.

Карта эпицентров землетрясений Крымско-Черноморского региона представлена на рис. 1.5.

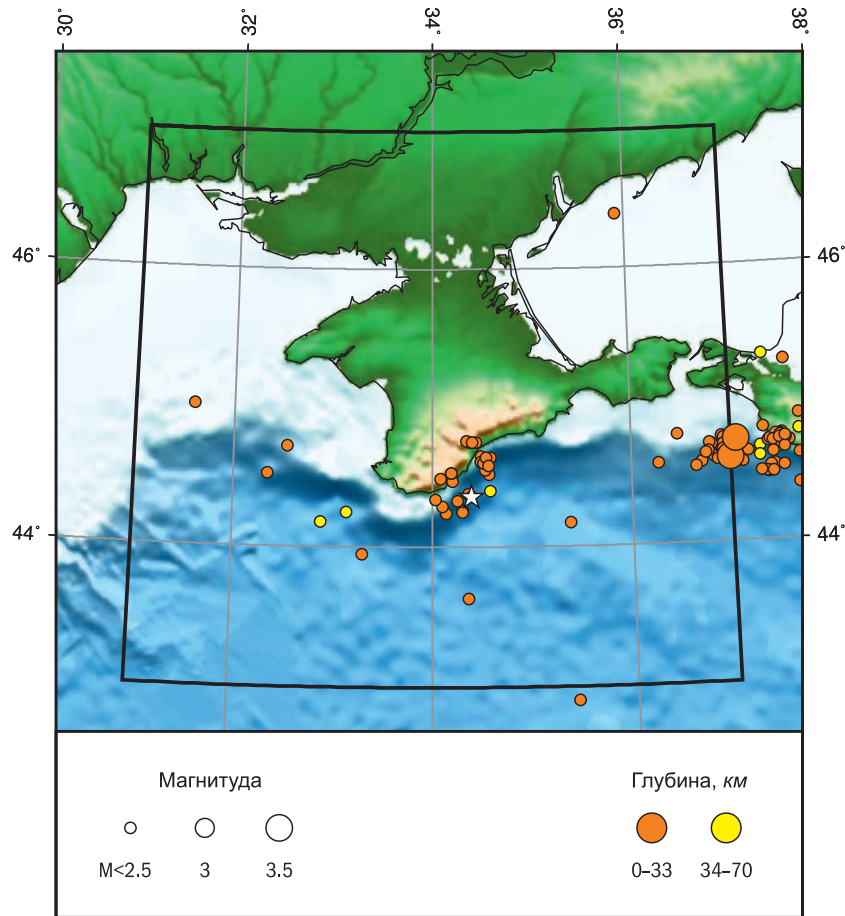


Рис. 1.5. Карта эпицентров землетрясений Крымско-Черноморского региона в 2022 г. Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

Наибольшая плотность эпицентров наблюдается в центре региона, у юго-восточного побережья Крымского полуострова. 13 землетрясений в Ялтинском районе и 14 землетрясений в Алуштинском районе имеют энергетический класс $K_{II}=5.6-9.0$. Как обычно, преобладающее число эпицентров землетрясений сосредоточено в пределах морской акватории [9].

Гипоцентр самого заметного в 2022 г. в регионе землетрясения с $M=2.7$ ($K_{II}=9.0$), произошедшего 10 октября в 22^h57^m, располагался на глубине 28 км в Чёрном море в 23 км к юго-востоку от Ялты. Макросейсмических сведений нет.

На рис. 1.6 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся в Крымско-Черноморском регионе в 2018–2022 гг. по данным [5, 9]. Резкое уменьшение количества выделенной энергии в 2022 г. частично можно объяснить изменением границ региона и сокращением исследуемой территории относительно [5].

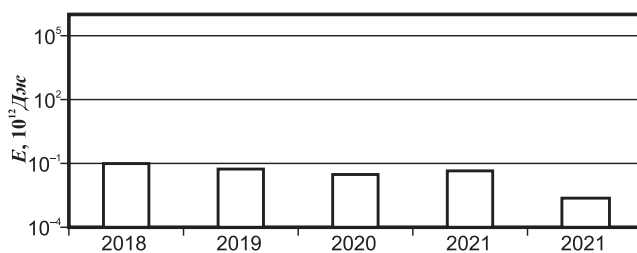


Рис. 1.6. Распределение сейсмической энергии, выделившейся в Крымско-Черноморском регионе в 2018–2022 гг.

Литература

1. Регистратор сигналов Байкал-8 // R-sensors [сайт]. – URL: <http://r-sensors.ru/ru/products/micro/baykal-8-v-3-rus/> (дата обращения 17.08.2023).
2. Требования к сейсмическим сетям и станциям, интегрируемым в Федеральную сеть сейсмических наблюдений [Электронный ресурс] // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017]. – URL: http://www.gsras.ru/new/struct/files/Requirements_for_seismic_stations.pdf, свободный.
3. Peterson J. Observation and modeling of seismic background noise // U.S. Department of Interior, Geological Survey. Open-File Report 93-322. – 1993. – 95 p.
4. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона (инструментальный период наблюдений 1927–1986 гг.) / Отв. ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 36–37.
5. Свидлова В.А., Бондарь М.Н., Бойко В.А. Сейсмичность Крыма в 2021 году // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. – 2022. – Т. 8 (74), № 4. – С. 7–79. – EDN: UYQXHF
6. Красилов С.А., Коломиец М.В., Акимов А.П. Организация процесса обработки цифровых сейсмических данных с использованием программного комплекса WSG // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 77–83. – EDN: TRPMHL
7. Акимов А.П., Красилов С.А. Программный комплекс WSG «Система обработки сейсмических данных» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020664678 от 16.11.2020. – EDN: IJOVUE
8. Кульчицкий В.Е. Программа расчета координат гипоцентров землетрясений (GPO-08) // Сейсмологический бюллетень Украины за 2008 год. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2010. – С. 28–33.
9. 2022-ER_App01_Crimean-Black-Sea-region.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2022 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_22.html, свободный.
10. Бондарь М.Н., Козиненко Н.М., Сыкчина З.Н. (отв. сост.); Свидлова В.А. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Крымско-Черноморский регион // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 149.
11. 2022-ER_App02_Northern-Caucasus.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2022 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_22.html, свободный.