

Юг о. Сахалин

Н.В. Коргун, Е.П. Семенова

СФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Южно-Сахалинск

В 2023 г. на юге Сахалина продолжались сейсмологические наблюдения с помощью локальной сети полевых сейсмических станций. Детальные наблюдения проводятся в наиболее густонаселенной части острова с целью мониторинга слабой сейсмичности и выявления зон сейсмической активизации и затишья при составлении средне- и долгосрочных прогнозов сейсмической опасности [1]. Зона сейсмического мониторинга станциями локальной сети ограничена координатами: 45.5°N – 141.0°E ; 48.0°N – 141.0°E ; 48.0°N – 144.0°E ; 45.5°N – 144.0°E , ее площадь составляет $\sim 63560 \text{ км}^2$.

Локальная сеть в 2023 г. включала в себя десять наблюдательных пунктов, девять из которых оборудованы регистраторами DAT-4 в комплекте с сейсмометрами-велосиметрами LE-3Dlite-1Hz и один (YSSR) – регистратором LS7000XT в комплекте с датчиком СПВ-3К. Основные сведения о станциях локальной сети приведены в табл. I.20 [2].

Расположение станций сети и ее регистрационные возможности в 2023 г. показаны на рис. III.7.

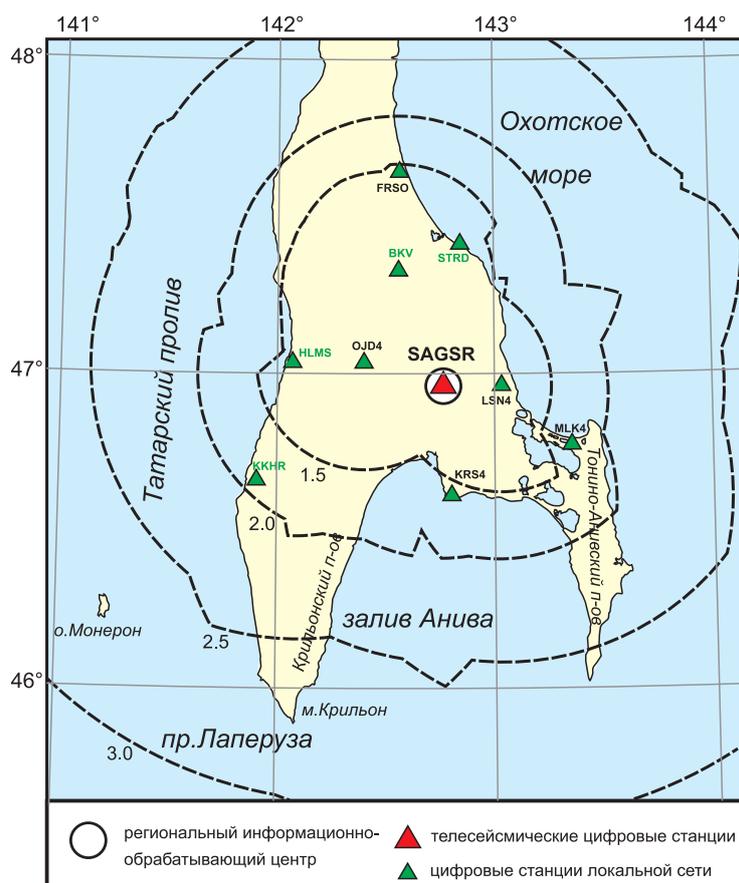


Рис. III.7. Сейсмические станции локальной сети на юге о. Сахалин в 2023 г.
Пунктиром показаны изолинии представительной магнитуды M_{\min} . Черный шрифт – международные коды станций и центра, зеленый шрифт – региональные коды станций

Пункт наблюдения «Колхозное», расположенный в наиболее сейсмоактивном районе юга Сахалина, дополнительно оборудован регистратором DAT-5A в комплекте с акселерометром JEP-6A3-3Hz. Акселерометр JEP-6A3-3Hz позволяет без искажений регистрировать сильные землетрясения, когда динамического диапазона велосиметров

LE-3Dlite-1Hz недостаточно. Оборудование было установлено после Невельского землетрясения в 2007 году. С 14 сентября 2023 г. пункт «Колхозное» прекратил существование как полевая станция и был переоборудован в стационарную сейсмическую станцию КKHR с передачей данных в режиме, близком к реальному времени, на сервер сбора и хранения информации в РИОЦ «Южно-Сахалинск» (см. табл. I.19 [2]).

В ноябре 2023 г. после затопления сейсмического павильона станции «Южно-Сахалинск» оказался поврежденным датчик локальной станции YSSR, что сильно повлияло на качество записи (искажения и помехи). После этого в обработке использовались волновые формы широкополосной сейсмической станции YSS.

Диаграмма на рис. III.8 иллюстрирует наличие/отсутствие данных наблюдений со станций локальной сети на юге Сахалина в 2023 году. Перерывы в работе станций вызваны следующими причинами: YSSR – отключение электроэнергии и ремонт; КKHR (полевая) – снята с регистрации, КKHR (региональная) – обновление оборудования и подключение к электросети; KRS4 – ремонт датчика; MLK4 – сбой в работе станции и ремонт датчика.

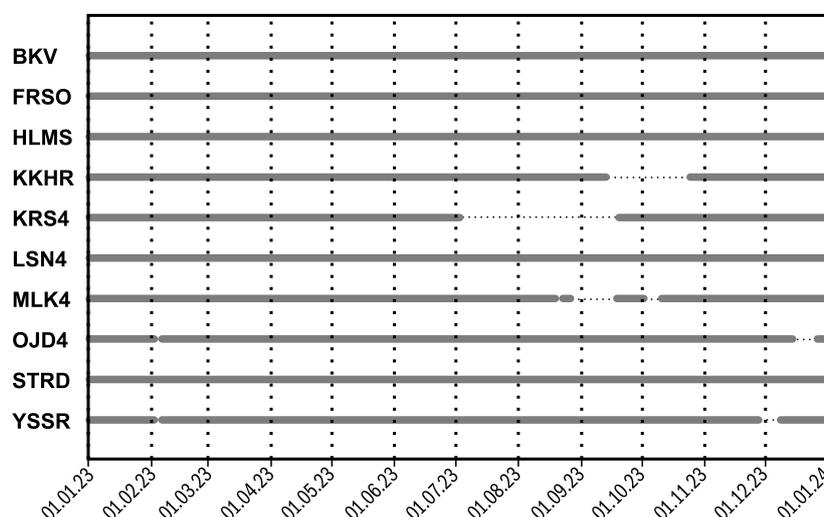


Рис. III.8. Наличие данных по станциям локальной сети юга о. Сахалин в 2023 г.

По результатам обработки материалов наблюдений станций локальной сети был подготовлен каталог сейсмических событий Южного Сахалина за 2023 г. [3–5], который содержит сведения о 647 сейсмических событиях с $M=0.5-3.9$ ($K_p=4.9-11.1$), в т.ч. 31 землетрясение с магнитудой $M \geq 3.0$. Диапазон глубин зарегистрированных событий составляет от 0 до 17 км. В каталог включены параметры 59 событий (9.1% от общего числа) с $M=1.6-2.3$ ($K_p=6.8-8.2$), идентифицированных как «возможно взрыв». Эпицентры всех взрывов расположены юго-восточнее Южно-Сахалинска на территории карьеров [6].

Положение 15 эпицентров землетрясений было определено с точностью ниже допустимой («ненадежный эпицентр»).

Печатный вариант каталога землетрясений юга о. Сахалин не публикуется, т.к. землетрясения с $M \geq 2.3$ внесены в основной каталог Сахалинского региона [5, 7].

На рис. III.9 приводится кумулятивный график роста количества землетрясений, зарегистрированных локальной сетью на юге Сахалина в 2023 году.

Изменение ежемесячного числа N зарегистрированных землетрясений и суммарной сейсмической энергии $\sum E$ за 2023 г. отражает диаграмма на рис. III.10.

Наибольшее количество землетрясений было зарегистрировано в апреле и июне 2023 года. В эти два месяца соответственно отмечено два пиковых значения суммарной сейсмической энергии.

На рис. III.11 показано расположение эпицентров сейсмических событий, зарегистрированных локальной сетью в 2023 году.

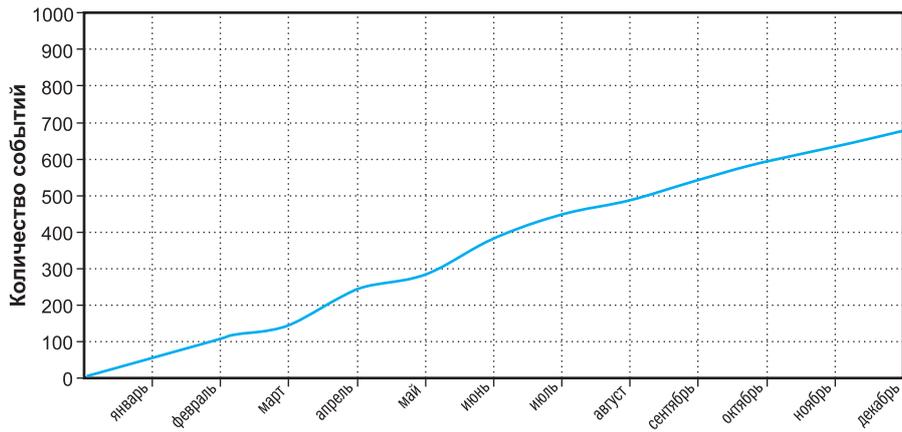


Рис. III.9. Кумулятивный график количества землетрясений, зарегистрированных локальной сетью на юге о. Сахалин в 2023 г.

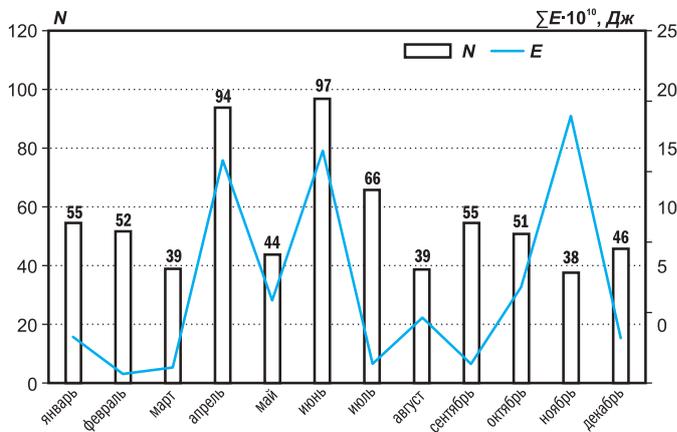


Рис. III.10. Изменение числа землетрясений и суммарной сейсмической энергии по месяцам за 2023 г.

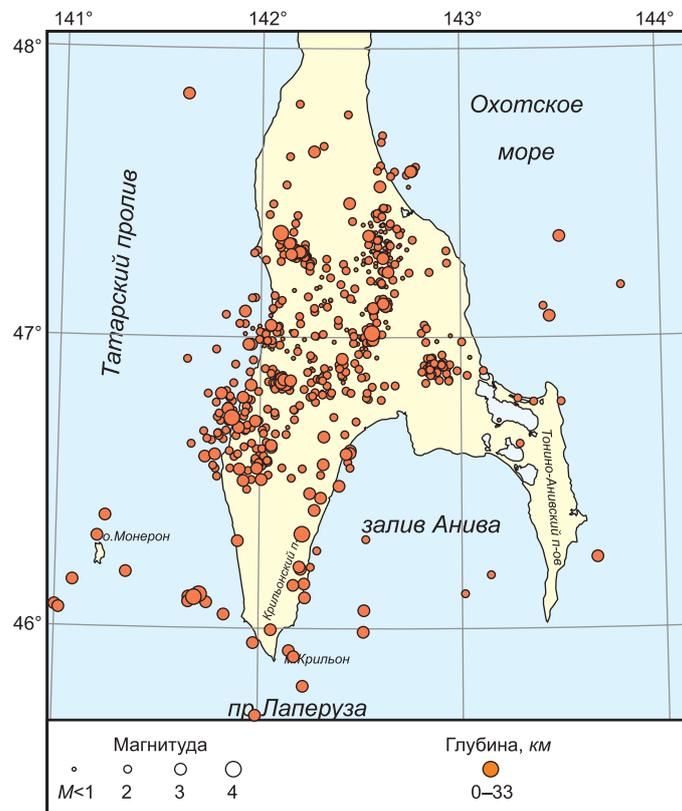


Рис. III.11. Карта эпицентров сейсмических событий, зарегистрированных локальной сетью на юге о. Сахалин в 2023 г.

Эпицентры землетрясений сосредоточены в основном вдоль двух тектонических разломов (Западно-Сахалинский и Центрально-Сахалинский). Наиболее высокая сейсмическая активность в 2023 г. наблюдалась вдоль западного побережья Сахалина, где проходит Западно-Сахалинский разлом, между параллелями 46.5°N и 47.2°N, и вдоль шва Центрально-Сахалинского разлома между параллелями 47.2°N и 47.5°N.

Эпицентры еще 24 землетрясений расположены вне зоны ответственности локальной сети полевых станций.

Данные каталога землетрясений Южного Сахалина были использованы для оценки внутригодовых изменений сейсмической обстановки на юге острова. По известной методике «СОУС'09» [8, 9] была построена функция распределения суммарной сейсмической энергии $F(\lg E)$ (рис. III.12). Уровень сейсмичности определялся по ней для каждого месяца в соответствии с градациями шкалы, предложенной в [9].

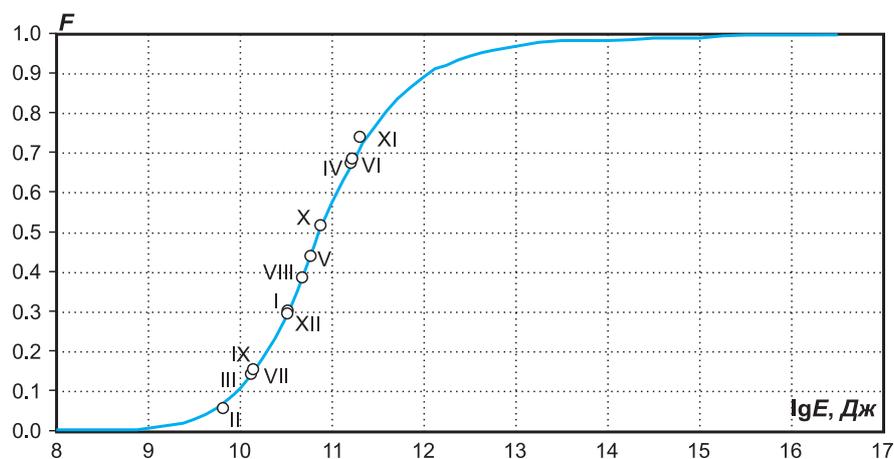


Рис. III.12. Функция распределения ежемесячной сейсмической энергии, выделившейся при землетрясениях юга о. Сахалин.

Кружками отмечены значения, соответствующие месяцам (показаны римскими цифрами) 2023 г.

Как видно из рис. III.12, сейсмическая активность на Южном Сахалине в 2023 г. была в пределах своих фоновых средних значений.

Незначительная активность обозначилась только 4 ноября, когда у юго-западного побережья полуострова Крильон в 02^h18^m произошло землетрясение с $M=3.9$. Немного уступили по уровню сейсмичности июнь и апрель, сейсмическую активность которых определили землетрясения с эпицентрами севернее и южнее зоны мониторинга локальной сети полевых станций.

Временной ход сейсмического процесса на территории Южного Сахалина за период полевых наблюдений с 2002 г. представлен на рис. III.13 в виде графика высвобождения упругих деформаций – графика Беньоффа [10].

Как видно на графике Беньоффа (рис. III.13), уровень выделившейся суммарной сейсмической энергии в 2023 г. практически не изменился по сравнению с 2022 г. [11]. Как правило, значительные изменения в накоплении величины упругих деформаций (S) соответствуют возникновению таких сильных землетрясений на юге Сахалина, как Горнозаводское 2006 г. и Невельское 2007 г. землетрясения с магнитудами $M=5.7$ и 6.2 соответственно. Небольшой вклад в график распределения суммарной сейсмической энергии также внесли землетрясения с $M=5.0$, произошедшие в 2013 и 2017 гг. у побережья полуострова Крильон, и землетрясение с $M=5.1$ в 2022 г. у восточного побережья Сахалина близ села Поречье.

Информация о сейсмической обстановке на юге о. Сахалин на основе оценки по методике «СОУС'09» регулярно предоставляется Сахалинскому филиалу Российского экспертного совета по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска.

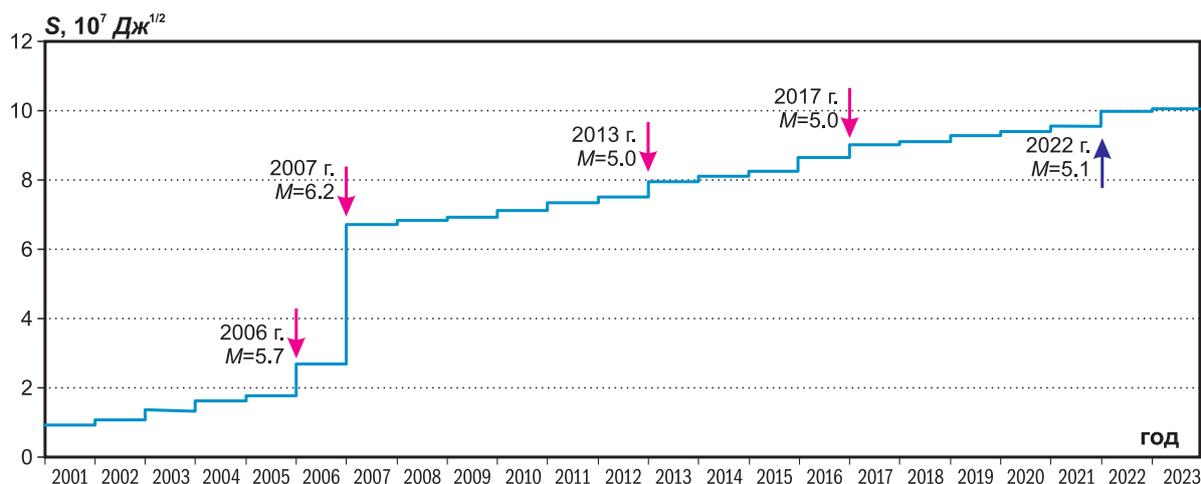


Рис. III.13. График Бенъоффа по данным локальной сети сейсмических станций юга о. Сахалин за период 2001–2023 гг.

Литература

1. Фокина Т.А., Паришина И.А., Сафонов Д.А., Сен Рак Се, Ким Чун Ун. Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ФОП, 2005. – С. 148–158. – EDN: UNOPXT
2. Семенова Е.П., Сафонов Д.А., Костылев Д.В., Коргун Н.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Приамурье и Приморье, Сахалин и Курило-Охотский регион // Землетрясения России в 2023 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. – С. 55–62.
3. 2023-ER_App20_Southern-Sakhalin.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2023 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_23.html, свободный.
4. 2023-ER_App11_Sakhalin.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2023 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_23.html, свободный.
5. 2023-ER_App25_Catalogs_explosions.xlsx [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2023 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_23.html, свободный.
6. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2023 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. – С. 204–216.
7. Кругова И.П. (отв. сост.), Костылева Н.В., Коргун Н.В., Паришина И.А. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Сахалин // Землетрясения России в 2023 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2025. – С. 175–177.
8. Saltykov V.A. A statistical estimate of seismicity level: The method and results of application to Kamchatka // Journal of Volcanology and Seismology. – 2011. – V. 5, N 2. – P. 123–128. – DOI: 10.1134/S0742046311020060. – EDN: OHTIXN
9. Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г. Оценка уровня сейсмической активности регионов России // Землетрясения России в 2008 году. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 57–63. – EDN: UDDIGT
10. Бенъофф Г. Деформации при землетрясениях // Слабые землетрясения / Перевод под ред. Ю.В. Ризниченко. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1961. – С. 199–225.
11. Коргун Н.В., Семенова Е.П. Результаты детального сейсмического мониторинга. Юг о. Сахалин // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 120–124. – EDN: NFPEZN