

## Юг о. Сахалин

В.И. Михайлов, Е.П. Семёнова

СФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Южно-Сахалинск

На юге Сахалина продолжались детальные наблюдения, которые проводятся с 1999 г. [1] с целью слежения за слабой сейсмичностью в наиболее густонаселенной части острова и выявления зон сейсмической активизации и затишья для составления средне- и долгосрочных прогнозов сейсмической опасности.

Локальная сеть в 2019 г. включала в себя 11 наблюдательных пунктов, десять из которых оборудованы регистраторами DAT-4 (производитель CloverTech, Япония) в комплекте с сейсмометрами-велосиметрами LE-3Dlite-1Hz (производитель Lennartz electronic, Германия) и один (YSSR) – регистратором LS7000XT (производитель Naksan Corporation, Япония) в комплекте с датчиком СПВ-3К (производитель ООО «Логические системы, Россия»). Основные сведения о станциях локальной сети приведены в табл. I.17 [2], расположение станций сети и ее регистрационные возможности в 2019 г. показаны на рис. III.9.

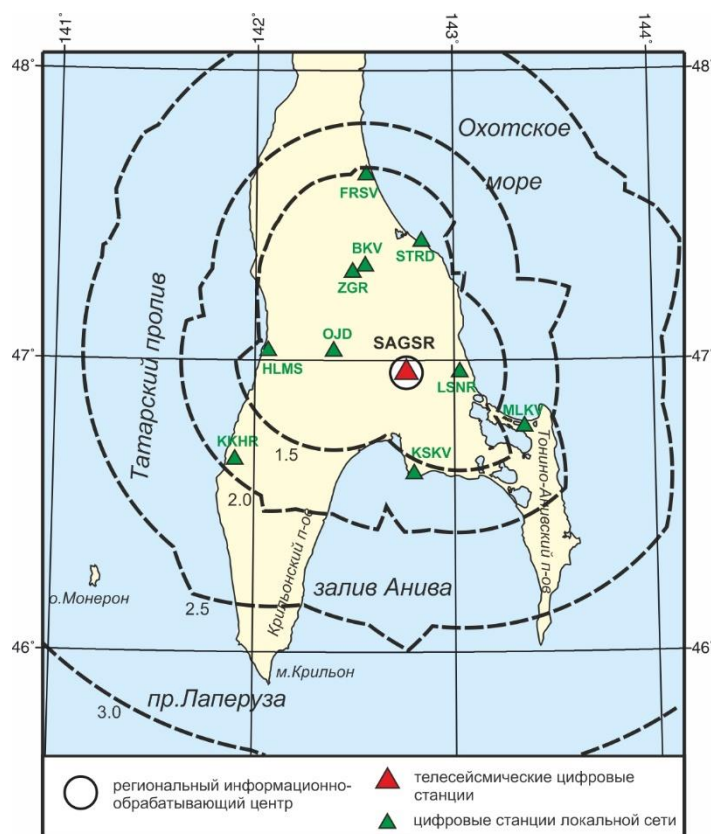


Рис. III.9. Сейсмические станции локальной сети на юге о. Сахалин в 2019 г.

Пунктиром показаны изолинии представительной магнитуды  $M_{\min}$

Пункт наблюдения «Колхозное», расположенный в наиболее сейсмоактивном районе юга Сахалина, дополнительно оборудован регистратором DAT-5A (производитель CloverTech, Япония) в комплекте с сейсмометром-акселерометром JEP-6A3-3Hz (производитель Mitutoyo Corporation, Япония). Акселерометр JEP-6A3-3Hz позволяет без искажений регистрировать сильные землетрясения, когда динамического диапазона велосиметров LE-3Dlite-1Hz недостаточно. Оборудование установлено после Невельского землетрясения в 2007 году.

В связи с затрудненным проездом в зимнее время в пос. Загорское и невозможностью обеспечения охраны пункта наблюдения, оборудование станции «Загорское» (ZGR) на это время переносилось на расстояние 5.31 км в наблюдательный пункт «Быков» (BKV). Наблюдения в Быкове проводились с 1 января по 17 мая и с 29 октября по 31 декабря, а в Загорском, соответственно, с 17 мая по 29 октября. Перенос оборудования из Быкова в Загорское вызван недопустимо высоким уровнем техногенных шумов в пос. Быков в бесснежное время года. Время на демонтаж оборудования, перенос и монтаж его на новом месте, как правило, не превышало двух часов.

Площадь зоны ответственности локальной сети составляет 63560 км<sup>2</sup> и 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; 45.5°N – 141.0°E.

Диаграмма на рис. III.10 иллюстрирует наличие/отсутствие данных наблюдений станций локальной сети на юге Сахалина в 2019 году.

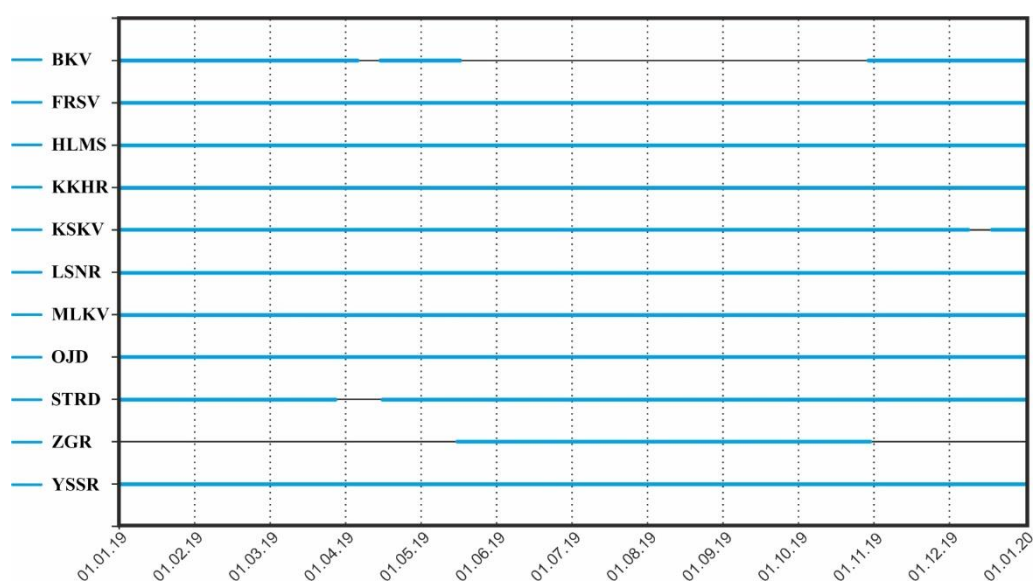


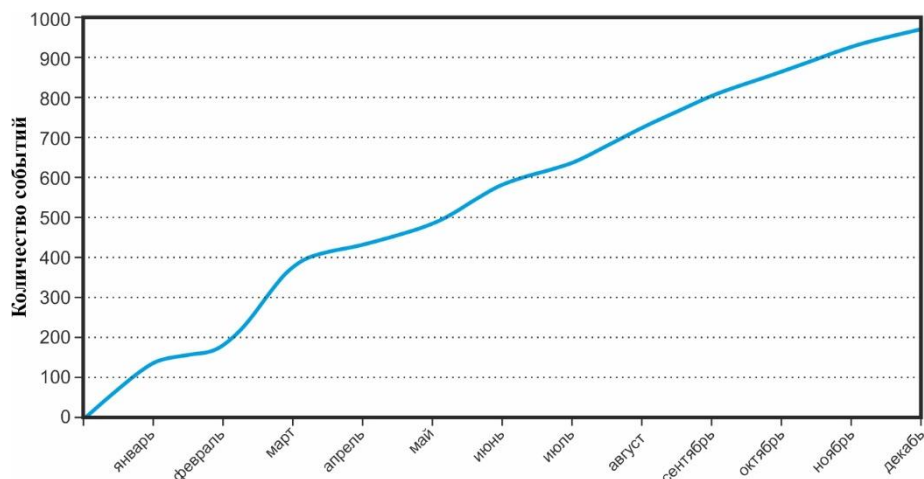
Рис. III.10. Наличие данных по станциям локальной сети юга о. Сахалин в 2019 г.

Отсутствие данных станций «Быков» (9 дней в апреле), «Корсаков» (13 дней в декабре) и «Стародубское» (11 дней в апреле) обусловлено окончанием максимально возможного времени непрерывной работы (10 лет) приемных модулей GPS. И, хотя отсчет времени не останавливался (т.е. регистрация не прерывалась), показания даты вернулись к первоначально установленному значению (2009/08/31). Обработать записи не представлялось возможным. После замены модулей GPS временная характеристика записей нормализовалась.

По результатам обработки материалов наблюдений составлен каталог сейсмических событий Южного Сахалина за 2019 г. [3], который содержит сведения о 965 событиях с  $M=0.8-4.8$  ( $K_p=5.3-12.7$ ), из них 52 – с  $M \geq 3.0$  и 328 – с  $M \leq 1.5$ . Диапазон зарегистрированных событий по глубине очага составил от 0 до 22 км. Положение 150 эпицентров землетрясений было определено с точностью ниже допустимой («ненадежный эпицентр»). В каталог [3] включены параметры 45 событий (4.7% от общего числа) с  $M=1.7-2.5$  ( $K_p=7.1-8.5$ ), идентифицированных как «возможно взрыв». Все они включены также в основной каталог сейсмических событий Сахалинского региона [4] и сводный каталог взрывов [5]. Печатный вариант каталога взрывов содержит сведения о 33 событиях с  $M \geq 2.0$  [6]. Все взрывы зарегистрированы с западной стороны от Южно-Сахалинска, скорее всего, на территориях каменных карьеров.

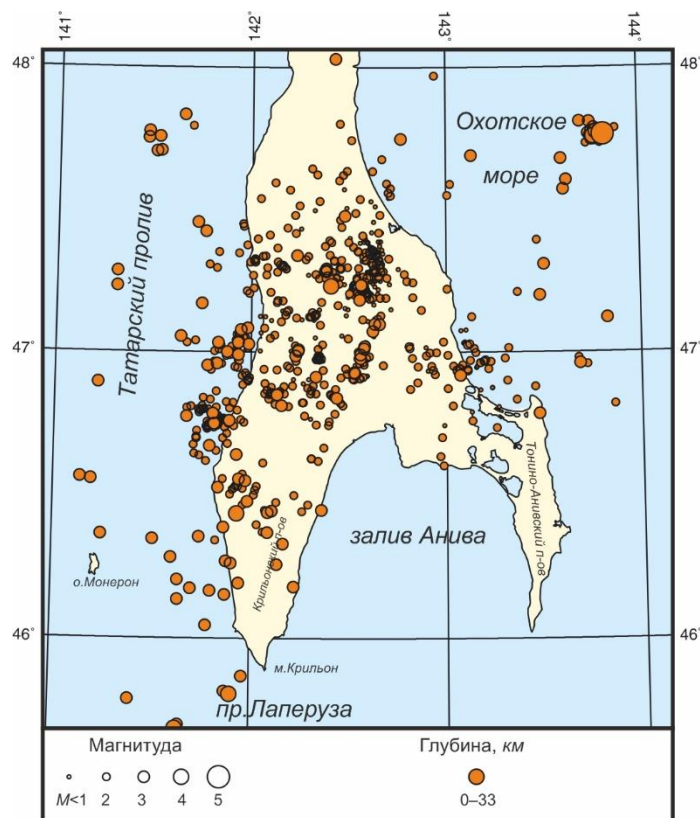
Печатный вариант каталога землетрясений юга о. Сахалин не публикуется, т.к. все относительно сильные землетрясения (с  $M \geq 2.3$ ) внесены в основной каталог Сахалинского региона [4, 7].

На рис. III.11 приводится кумулятивный график роста количества зарегистрированных локальной сетью землетрясений на юге Сахалина в течение 2019 года.



**Рис. III.11.** Кумулятивный график количества регистрируемых землетрясений в 2019 г.

Уровень сейсмичности в 2019 г. на юге Сахалина традиционно оставался высоким. Как видно из рис. III.12, на котором показано расположение эпицентров всех зарегистрированных локальной сетью сейсмических событий в 2019 г., эпицентры землетрясений находятся в основном вдоль швов двух тектонических разломов (Западно-Сахалинский и Центрально-Сахалинский) с их обширными «опереньями».



**Рис. III.12.** Карта эпицентров сейсмических событий, зарегистрированных локальной сетью на юге о. Сахалин в 2019 г.

Большое число землетрясений произошло за счет продолжающегося формироваться с прошлого года плотного роя мелких землетрясений в районе поселка Углезаводск с центром  $\varphi=47.3^{\circ}\text{N}$ ,  $\lambda=142.6^{\circ}\text{E}$ .

Также на протяжении всего года продолжали формироваться рои эпицентров западнее Невельска и Холмска, центры которых имеют координаты  $\varphi=46.75^{\circ}\text{N}$  и  $\lambda=141.80^{\circ}\text{E}$ ,  $\varphi=47.00^{\circ}\text{N}$  и  $\lambda=141.80^{\circ}\text{E}$  соответственно.

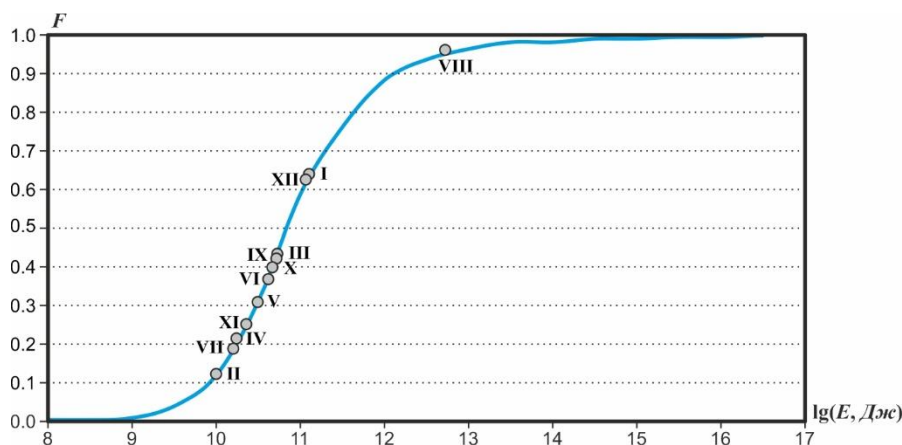
Много землетрясений с различной энергией, как и в предыдущие годы, зарегистрировано в окрестностях гор Мицуля ( $\varphi=47.00^{\circ}\text{N}$ ,  $\lambda=142.50^{\circ}\text{E}$ ), Ватутина ( $\varphi=46.85^{\circ}\text{N}$ ,  $\lambda=142.35^{\circ}\text{E}$ ) и Черкесовка ( $\varphi=46.80^{\circ}\text{N}$ ,  $\lambda=142.15^{\circ}\text{E}$ ), а также поселка Лесное ( $\varphi=46.90^{\circ}\text{N}$ ,  $\lambda=143.10^{\circ}\text{E}$ ).

В третьем квартале в Охотском море сформировался компактный рой, центр которого имеет координаты  $\varphi=47.75^{\circ}\text{N}$  и  $\lambda=143.75^{\circ}\text{E}$ . 7 августа в центре этого роя было зарегистрировано единственное в 2019 г. землетрясение с  $M>4$  ( $M=4.8$ ).

Эпицентры всех 45 зарегистрированных событий «возможно взрыв» расположились с восточной стороны от Южно-Сахалинска, скорее всего, на территориях горнодобывающих карьеров.

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  $F(\lg E)$ . Уровень сейсмичности определялся по ней для каждого месяца в соответствии с градациями шкалы, предложенной в [9].

Как видно из рис. III.13, сейсмическая активность в 2019 г. была в пределах своих фоновых значений. Только в августе уровень сейсмичности приблизился к повышенному значению, когда произошло землетрясение с  $M=4.8$  с эпицентром в Охотском море, южнее залива Терпения ( $\varphi=47.76^{\circ}\text{N}$ ,  $\lambda=143.82^{\circ}\text{E}$ ), которое сопровождала серия повторных толчков с  $M\geq 3.5$ .

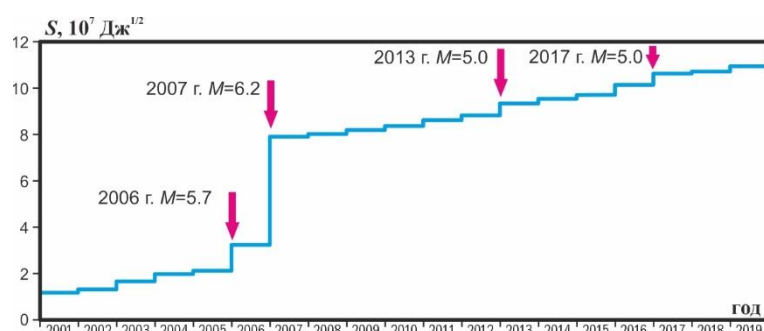


**Рис. III.13. Функция распределения ежемесячной сейсмической энергии землетрясений юга о. Сахалин.**

Кружками отмечены значения, соответствующие месяцам (показаны римскими цифрами) 2019 г.

Временной ход сейсмического процесса на территории Южного Сахалина за период полевых наблюдений с 2001 г. представлен на рис. III.14 в виде графика высвобождения упругих деформаций – графика Беньюффа [10].

Как видно из рис. III.14, уровень суммарной сейсмической энергии в 2019 г. не сильно изменился по сравнению с 2018 годом. Значительные изменения величины упругих деформаций ( $S$ ) соответствуют возникновению таких сильных землетрясений на юге Сахалина, как Горнозаводское 2006 г. и Невельское 2007 г. с  $M=5.7$  и  $6.2$  соответственно.



**Рис. III.14. График Бенъоффа по данным локальной сети сейсмических станций юга о. Сахалин за период 2001–2019 гг.**

Непрерывные инструментальные сейсмологические наблюдения локальной сетью автономных полевых станций на юге Сахалина проводятся более 18 лет. Результаты обработки получаемых данных регулярно передаются в лабораторию сейсмологии ИМГиГ, где используются для детального изучения сейсмичности юга острова Сахалин и составления краткосрочных прогнозов.

Информация о сейсмической обстановке на юге о. Сахалин регулярно предоставляется Сахалинскому филиалу Российского экспертного совета по прогнозу землетрясений, в Главное управление ОМ ГО, ЧС и ПБ Сахалинской области, в ЦУКС ГУ МЧС России по Сахалинской области, другим заинтересованным организациям.

### 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.
2. Фокина Т.А., Костылев Д.В., Левин Ю.Н., Михайлов В.И., Сафонов Д.А. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Приамурье и Приморье, Сахалин и Курило-Охотский регион // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 52–60.
3. Part\_IV-2019. 13\_Southern-Sakhalin\_2019.xls // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – Приложение на CD-ROM.
4. Part\_IV-2019. 07\_Sakhalin\_2019.xls // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – Приложение на CD-ROM.
5. Part\_V-2019. Catalogs\_explosions\_2019.xls // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – Приложение на CD-ROM.
6. Сведения о наиболее крупных промышленных взрывах // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 183–194.
7. Кругова И.П. (отв. сост.); Лысенко Т.Н., Рунова А.И., Михайлов В.И., Паришина И.А., Ферчева В.Н. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Сахалин // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 152–154.
8. Салтыков В.А. Статистическая оценка уровня сейсмичности: методика и результаты применения на примере Камчатки // Вулканология и сейсмология. – 2011. – № 2. – С. 53–59.
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.
10. Бенъофф Г. Деформации при землетрясениях // Слабые землетрясения / Пер. с англ. под ред. Ю.В. Ризниченко. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1961. – С. 199–225.