

## Наблюдения временными сетями

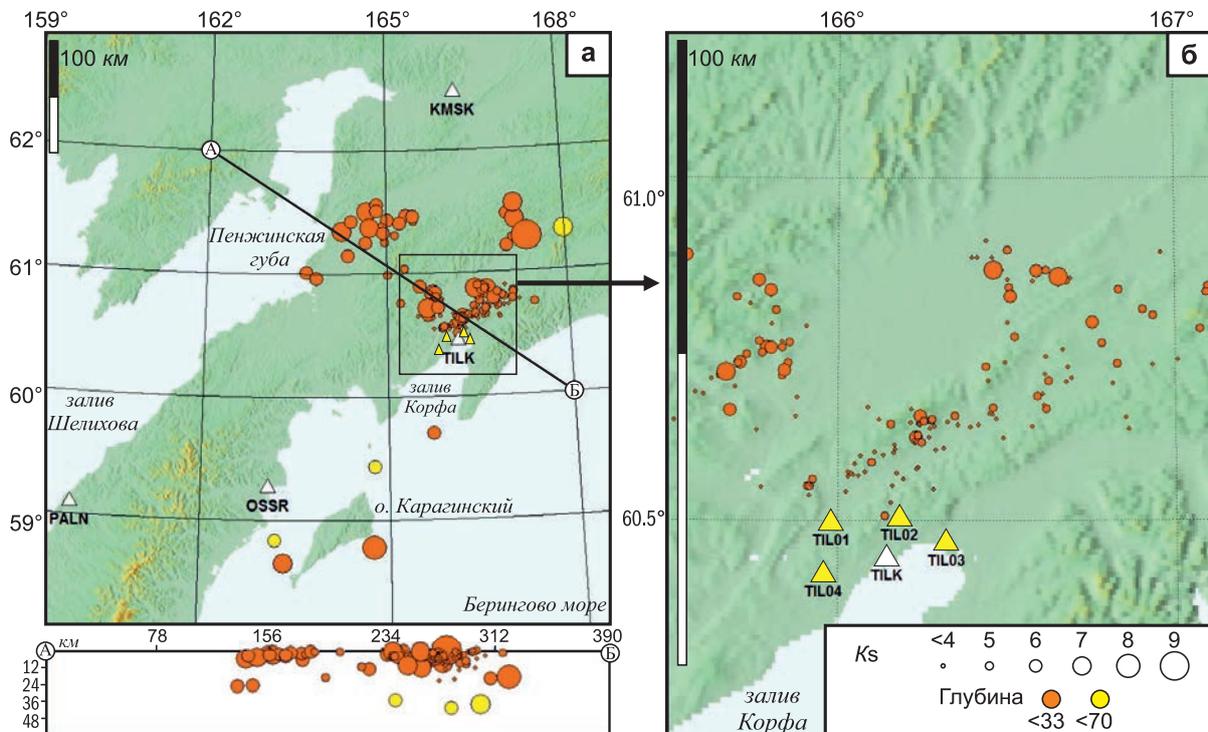
### Юг Корякского нагорья, село Тиличики

*Д.В. Чебров, С.Я. Дроздина, Д.В. Дроздин, И.Ф. Абкадыров*

КФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский

В августе 2022 г. Камчатским филиалом (КФ) ФИЦ ЕГС РАН были проведены работы по установке временной сети сейсмических станций на юге Корякского нагорья вблизи села Тиличики. Целью временных наблюдений было обеспечение регистрации мелкофокусных землетрясений с последующей оценкой сейсмической обстановки в районе залива Корфа (Берингово море). В ходе работ вокруг села Тиличики были установлены четыре временные сейсмические станции в дополнение к постоянной станции ТЛК, входящей в региональную сейсмическую сеть КФ ФИЦ ЕГС РАН [1]. Демонтаж временной сети был произведен через два месяца.

Установка временных станций осуществлялась в местах, которые были ранее определены с учетом физико-географических особенностей местности. Пункты наблюдения устанавливались на расстоянии 7–11 км от постоянной станции «Тиличики» (ТЛК), образуя трапецию площадью около 105 км<sup>2</sup>. Таким образом, была сформирована временная сейсмическая сеть, состоящая из пяти пунктов наблюдения. Установка аппаратуры производилась по разработанной методике, которая была успешно опробована во время проведения различных сейсмических экспериментов на Камчатке и Курильских островах. Размещение станций показано на рис. III.18, сведения о них, в т.ч. аппаратное оснащение, приведены в табл. III.3.



**Рис. III.18. Результаты временных сейсмологических наблюдений КФ ФИЦ ЕГС РАН за период с 07.08.2022 г. по 08.10.2022 г.: а – карта эпицентров землетрясений и проекция гипоцентров на вертикальную плоскость вдоль линии АБ; б – более детальное представление района наблюдений.**

Постоянно действующие станции – белые треугольники; временные станции – желтые треугольники

**Таблица III.3. Сведения о сейсмических станциях временной локальной сети КФ ФИЦ ЕГС РАН в 2022 г.**

№	Код станции	Период работы	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
			φ, °N	λ, °E	h, м		
1	TIL01	08.08.2022–09.10.2022	60.4962	165.9824	70	Консолидированный грунт (песок, глина)	CMG-6TD+ DATA-CUBE
2	TIL02	08.08.2022–02.09.2022	60.5048	166.1805	191	Консолидированный грунт (песок, глина)	CMG-6TD+ DATA-CUBE
3	TIL03	07.08.2022–08.10.2022	60.4674	166.3201	16	Консолидированный грунт (песок, глина)	CMG-6TD+ DATA-CUBE
4	TIL04	08.08.2022–12.08.2022	60.4213	165.9592	91	Консолидированный грунт (песок, глина)	CMG-6TD+ DATA-CUBE

Из четырех временных станций весь предполагаемый период регистрации (60 дней) проработали только две станции (TIL01 и TIL03), другие две были повреждены медведями. Как показывает предыдущий опыт, основное разрушение медведи наносят элементам питания, после чего прибор отключается. Это и произошло со станциями TIL02 и TIL04. Пункт TIL02 был поврежден 2 сентября, проработав 26 дней. Работа пункта TIL04 была нарушена 12 августа, через четыре дня после установки. Несмотря на то, что две станции были выведены из строя раньше времени, в целом конфигурация сети для регистрации мелкофокусных землетрясений и оценки сейсмической обстановки в районе залива Корфа была сохранена.

Все станции были оснащены одинаковым комплектом аппаратуры – цифровыми широкополосными сейсмометрами CMG-6TD. После демонтажа оборудования с внутренних накопителей регистраторов были выгружены данные, общий размер которых составил 17.28 Гб, и переданы в архив КФ ФИЦ ЕГС РАН. Далее первичные данные с регистраторов были переведены в формат miniSEED с помощью утилит, поставляемых производителем оборудования (<http://www.guralp.com/support/software>). Сформированы необходимые для обработки файлы, в которых содержатся характеристики аппаратуры (по паспортным данным установленного оборудования), информация о географическом положении и ориентации датчиков по отношению к сторонам света. Дополнительно был создан WEB-интерфейс для удобного просмотра сейсмических данных. При выборе пользователем даты и времени на экран компьютера выводится одновременно сейсмограмма всех временных станций и станции TILK – ближайшего к исследуемому району пункта постоянно действующей сети КФ. Для повышения отношения сигнал/шум при формировании сейсмограмм была использована полосовая фильтрация 2–8 Гц, выявленная в процессе анализа непрерывных сейсмических данных как полоса, в которой наблюдается наилучшее соотношение сигнал/шум для локальных землетрясений.

На архивном сервере КФ ФИЦ ЕГС РАН под управлением операционной системы (ОС) Free-BSD был сформирован архив непрерывных miniSEED-данных в виде суточных файлов. К архиву организован доступ с компьютеров локальной сети. Для этого создано программное обеспечение, позволяющее получать выборку фрагментов записей интересующих каналов и временных интервалов по сетевому протоколу TCP/IP. Полученный при этом файл выборки является входным файлом с данными для дальнейшей работы.

Обработка сигналов цифровых сейсмических станций, расчет параметров гипоцентров и энергетических характеристик землетрясений производились по программе [2] и стандартным методикам, используемым в рутинной обработке Камчатского филиала.

Всего за период наблюдений с 7 августа по 8 октября 2022 г. в электронный вариант каталога зоны Тилички [3] внесены параметры 187 землетрясений в энергетическом

диапазоне  $(-1.7) \leq M \leq 2.8$  ( $2.0 \leq K_s \leq 8.8$ ), зарегистрированных временными станциями и одной-двумя станциями постоянной сети КФ. Из них в основной региональный каталог Камчатского филиала ФИЦ ЕГС РАН [4] включено 12 землетрясений с  $M \geq 1.3$  ( $K_s \geq 6.5$ ). Кроме этого, данные временных станций были добавлены при обработке 31 события, зарегистрированного в регионе ответственности и обработанного в режиме, близком к реальному времени, по данным станций постоянно действующей сети Камчатского филиала. На рис. III.18 представлена карта эпицентров землетрясений (187 событий), лоцированных благодаря установке временных станций.

Большая часть событий расположена в южной части Корякского нагорья, при этом пространственно эпицентры разделились на две группы: первая группа зарегистрирована в очаговой зоне Олюторского землетрясения [5]; вторая – вблизи восточного побережья Пенжинской губы. Гипоцентры определены на малых глубинах от 0.2 до 40 км, большая часть – на глубине до 10 км.

### Результаты

Благодаря установке временных станций вокруг села Тиличики, удалось обеспечить регистрацию локальных землетрясений на небольшом участке сейсмоактивной зоны «Корякский сейсмический пояс» [6, 7] и оценить сейсмическую обстановку в районе северного побережья залива Корфа (Берингово море). Обычно в регионе ответственности КФ ФИЦ ЕГС РАН эта зона является наименее активной [1]. Несмотря на это, за короткий период временных наблюдений в рассматриваемом районе зарегистрировано 187 локальных землетрясений, 12 из которых включено в основной каталог региона «Камчатка и Командорские острова» [4].

### Литература

1. Чебров Д.В., Дрознина С.Я., Сениуков С.Л., Шевченко Ю.В., Митюшкина С.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения России в 2022 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2024. – С. 79–90.
2. Дрознин Д.В., Дрознина С.Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // Сейсмические приборы. – 2010. – Т. 46, № 3. – С. 22–34. – EDN: NEAXOZ
3. 2022-ER\_App24\_Kamchatka-detaild.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](http://www.gsras.ru/zr/app_22.html), свободный.
4. 2022-ER\_App18\_Kamchatka-and-Komandor-Islands.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](http://www.gsras.ru/zr/app_22.html), свободный.
5. Левина В.И., Ландер А.В., Иванова Е.И., Митюшкина С.В., Тутков Н.Н. Олюторское землетрясение 20 апреля 2006 г. с  $M_w=7.6$ ,  $I_0=9-10$  (Корякское нагорье) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 314–329. – EDN: PUASZL
6. Левина В.И., Ландер А.В., Митюшкина С.В., Чеброва А.Ю. Сейсмичность Камчатского региона 1962–2011 гг. // Вулканология и сейсмология. – 2013. – № 1. – С. 41–64. – DOI: 10.7868/S0203030613010057. – EDN: PUASZL
7. Чебров В.Н., Дрознина С.Я., Сениуков С.Л., Ландер А.В. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения России в 2013 году. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 58–65. – EDN: VBAERB