

III.1.3. Центральные и южные районы Красноярского края

В.И. Герман, В.Г. Осеев

Государственное предприятие Красноярского края «Красноярский НИИ геологии и минерального сырья» (ГПКК «КНИИГиМС») в 2009 г. продолжило работы по сейсмическому мониторингу на территории центральных и южных районов Красноярского края, а также прилегающих регионов (Республика Хакасия и Республика Тува). В составе Красноярской краевой сейсмической сети работало 13 региональных станций, из которых восемь находились непосредственно на территории Красноярского края. Работа сейсмической сети финансировалась из бюджета Красноярского края. Сведения о сейсмических станциях приведены в табл. III.3. Дополнительно в окончательной обработке сейсмических событий использовались данные расположенной вблизи плотины Саяно-Шушенской ГЭС станции «Черемушки» (CERR), которая принадлежит ОАО «РусГидро» и эксплуатируется АС-Ф ГС СО РАН. Расположение станций и контуры представительной регистрации на период 01.01–01.09.2009 г. показаны на рис. III.11. В сентябре–ноябре была проведена калибровка всех датчиков СМЗ-КВ. С середины ноября дополнительно использовались данные с сейсмической сети, созданной на территории Республики Тува, станции которой располагались в поселках Чадан, Туран, Сарыг-Сеп и Самагалтай.

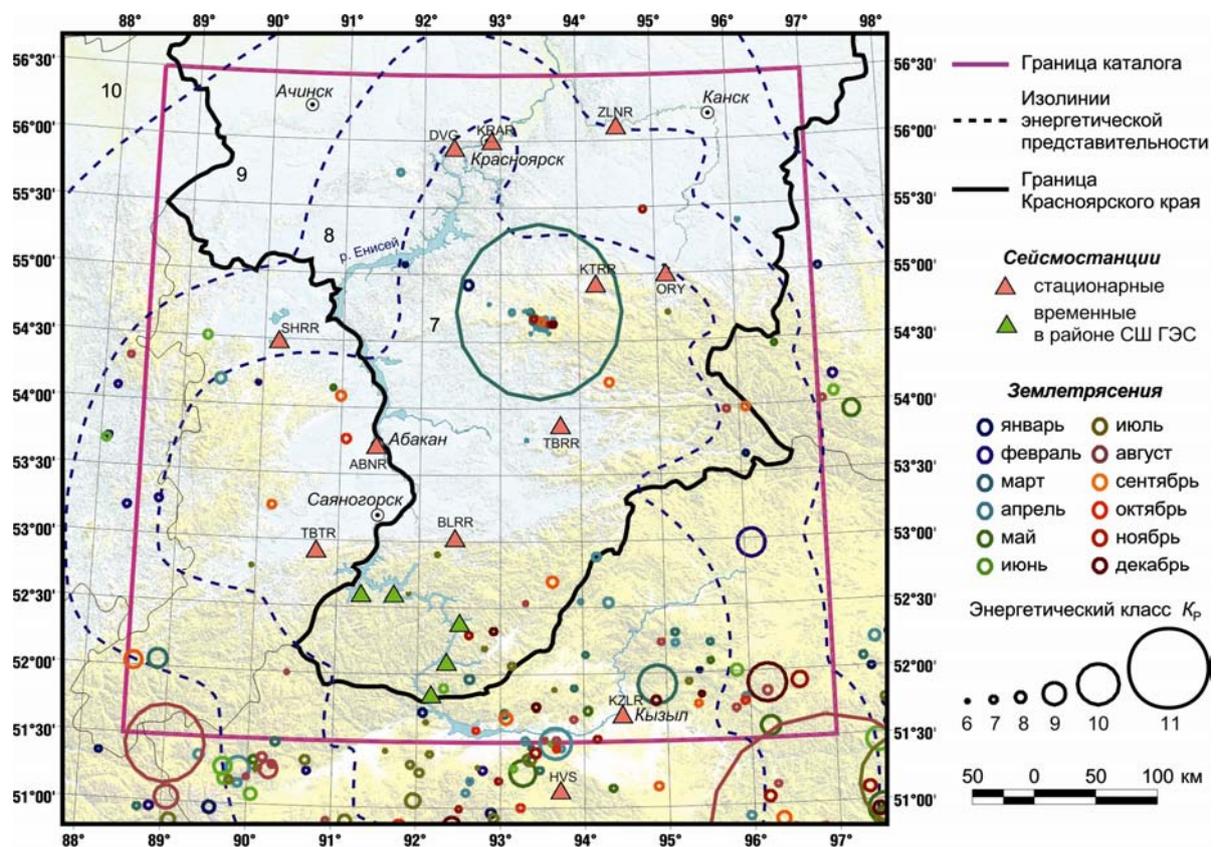


Рис. III.11. Сейсмические станции ГПКК «КНИИГиМС» и эпицентры землетрясений центральных и южных районов Красноярского края в 2009 г.

На базе сейсмостанции «Красноярск» продолжал функционировать Центр сейсмологического мониторинга (ЦСМ) ГПКК «КНИИГиМС», куда в режиме реального времени поступала информация со станций «Красноярск», «Абакан», «Кызыл», «Хову-Аксы» и «Орье». Данные с этих станций участвовали в создании срочных донесений для землетрясений с $M \geq 3.5$, произошедших на территории Красноярского края и прилегающих территорий. Время на их подготовку не превышало 30 мин. Дополнительно в ежедневном режиме информация о сейсмических событиях, зарегистрированных на контролируемой территории, передавалась в органы государственной власти Красноярского края и структуры МЧС.

Таблица III.3. Сведения о стационарных станциях ЦСМ ГПКК «КНИИГиМС» (сеть KRAR)

| № | Сейсмическая станция | | | Дата открытия | Координаты и высота над уровнем моря | | | Подпочва | Тип оборудования |
|----|----------------------|---------------|--------------|---------------|--------------------------------------|--------|------|--------------------------------|------------------|
| | Название | Код | | | φ, °N | λ, °E | h, м | | |
| | | международный | региональный | | | | | | |
| 1 | Абакан | ABNR | ABN | 29.10.2003 | 53.725 | 91.435 | 125 | Песчано-гравийная смесь | СМ-3КВ SDAS |
| 2 | Большая речка | BLRR | BLR | 23.02.2005 | 53.038 | 92.428 | 558 | Скальные породы | СМ-3КВ Байкал |
| 3 | Дивногорск | DVG | DVG | 18.12.2001 | 55.956 | 92.404 | 250 | Скальные породы | СМ-3КВ Байкал |
| 4 | Зеленогорск | ZLNR | ZLN | 27.04.2005 | 56.119 | 94.518 | 250 | Осадочные породы | СМ-3КВ Байкал |
| 5 | Кодинск | KDN | KDN | 28.09.2007 | 58.591 | 99.192 | 300 | Прочные литифицированные глины | СМ-3КВ Байкал |
| 6 | Красноярск | KRAR | KRS | 24.12.1999 | 56.012 | 92.873 | 127 | Песчано-гравийная смесь | СМ-3ОС SDAS |
| 7 | Кутурчин | KTRR | KTR | 26.11.2004 | 54.938 | 94.214 | 350 | Скальные породы | СМ-3КВ Байкал |
| 8 | Кызыл | KZLR | KZL | 18.02.2002 | 51.705 | 94.454 | 603 | Щебень | СМ-3ОС SDAS |
| 9 | Орье | ORY | ORYE | 19.03.2004 | 55.003 | 95.109 | 378 | Скальные породы | СМ-3КВ SDAS |
| 10 | Табат | TBTR | TBT | 27.05.2005 | 52.929 | 90.720 | 518 | Скальные породы | СМ-3КВ Байкал |
| 11 | Тиберкуль | TBRR | TBR | 08.06.2004 | 53.883 | 93.744 | 400 | Галечник | СМ-3КВ Байкал |
| 12 | Хову-Аксы | HVS | HVS | 31.03.2006 | 51.136 | 93.702 | 1075 | Скальные породы | СМ-3КВ SDAS |
| 13 | Шира | SHRR | SHR | 26.06.2000 | 54.493 | 90.161 | 391 | Осадочные породы | СМ-3КВ Байкал |

Каталог из 104 землетрясений с $M=0.0-4.9$ ($K_p=4.0-12.8$), представленный в разделе V.14, а также на CD-ROM в разделе V, ограничен областью с координатами $\varphi=51.5-56.5^\circ\text{N}$ и $\lambda=88.5-97.0^\circ\text{E}$, охватывающей практически всю территорию центральных и южных районов Красноярского края. На большей ее части надежно регистрируются сейсмические события с $K_p \geq 7$. Землетрясения, зарегистрированные в 2009 г., показаны на рис. III.11. Цвет окружностей на рисунке соответствует месяцу возникновения землетрясений, а диаметр равен их размеру (по формуле Ю.В. Ризниченко [Ризниченко, 1976]), увеличенному в 20 раз. График повторяемости, характеризующий представительство регистрации в рассматриваемой области в 2009 г., а также особенности энергетического распределения землетрясений представлен на рис. III.12 (события, зарегистрированные только временными сетями, были исключены).

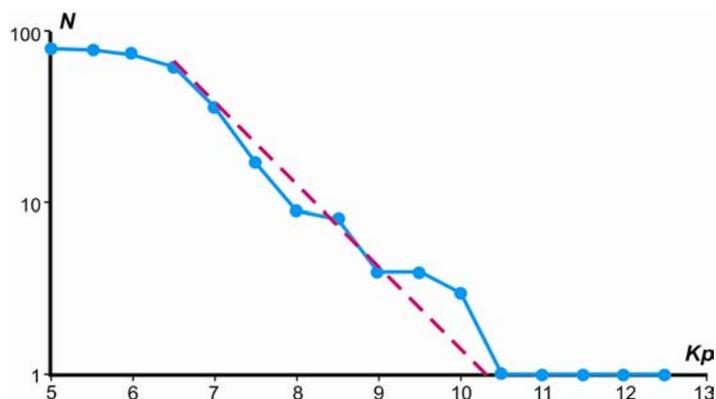


Рис. III.12. Кумулятивный график повторяемости землетрясений
Пунктирная линия соответствует аппроксимации с параметром $\gamma = 0.48$

Данные оперативного каталога ГПКК «КНИИГиМС» были использованы при формировании каталога взрывов, представленного в разделе IV на CD-ROM, куда помещены параметры 674 взрывов с $M \geq 1.6$.

Самое сильное землетрясение, зарегистрированное в 2009 г. в границах каталога, имело $MS=3.6^1$ по данным сети OBN и произошло 24 марта в 150 км к юго-востоку от г. Красноярска (рис. III.13). Оно получило название «Крольское».

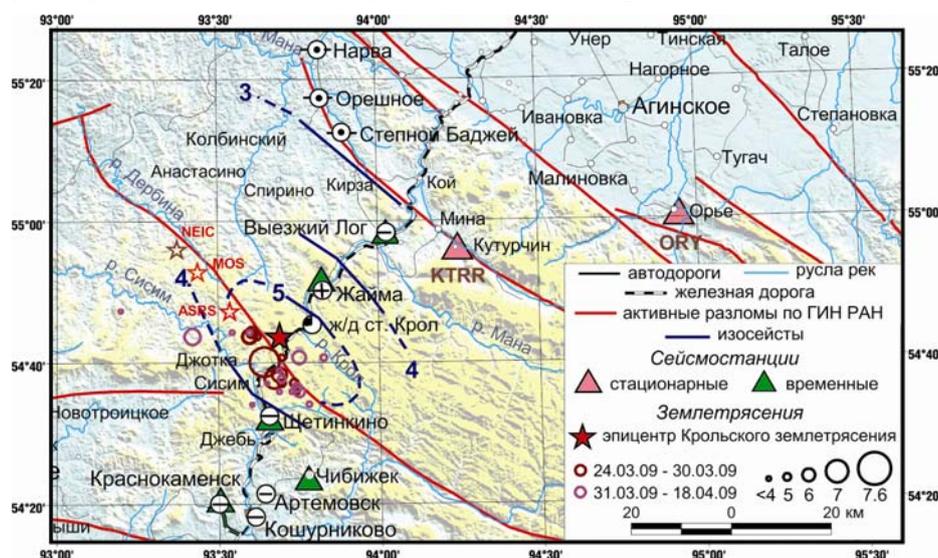


Рис. III.13. Карта эпицентров Крольского землетрясения и его афтершоков

Крольское землетрясение стало одним из четырех сильнейших землетрясений, зарегистрированных с 1963 г. на территории Красноярского края. Согласно данным А-СФ ГС СО РАН, в его 90-км зону попадают всего два землетрясения с $K_p > 10$: 27.02.1972 г. с $K_p=11.3$ (43 км на запад) и 14.03.1978 г. с $K_p=10.6$ (68 км на северо-восток). Крольское землетрясение произошло на Восточно-Саянском разломе, обрамляющем с юга Дербинскую глыбу (антиклинорий). Данная геологическая структура связана с Восточным Саяном, тянущимся со стороны оз. Байкал в направлении Красноярска. К ней, в частности, может быть отнесено недавнее Солгонское землетрясение [Герман и др., 2009] 01.02.2007 г. с $K_p=10.7$.

Проведен сбор сведений о макросейсмических проявлениях Крольского землетрясения (табл. III.4, рис. III.13). Для регистрации афтершокового процесса установлена временная локальная сейсмическая сеть с целью регистрации афтершоков и оценки

¹ Экспертная оценка ИОЦ ГС РАН по записям широкополосных станций TLY, YAK, ARU, BRVK, которая согласуется с макросейсмическими данными.

геодинамической ситуации. Временная сеть состояла из пяти станций «Дельта-Геон-002» с сейсмоприемниками СК-1П (табл. III.5, рис. III.13) и вела регистрацию событий с 26 марта по 18 апреля 2009 года. Этой сетью зарегистрировано дополнительно 16 афтершоков Крольского землетрясения (с обработкой минимум по двум станциям) и три слабых землетрясения, они включены в основной каталог. Кроме того, уточнены параметры 26 землетрясений.

Таблица III.4. Интенсивность сотрясений в обследованных населенных пунктах

| № | Название населенного пункта | Координаты населенного пункта | | Расстояние от эпицентра Крольского землетрясения, км |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------|--------|--|
| | | φ, °N | λ, °E | |
| 4–4.5 балла | | | | |
| 1 | ж/д ст. Крол | 54.756 | 93.623 | 9 |
| 4 балла | | | | |
| 2 | пос. Жайма | 54.837 | 93.667 | 16 |
| 3 балла | | | | |
| 3 | пос. Щетинкино | 54.542 | 93.449 | 21 |
| 4 | г. Артемовск | 54.358 | 93.432 | 41 |
| 5 | пос. Краснокаменск | 54.335 | 93.247 | 47 |
| 6 | пос. Кошурниково | 54.304 | 93.392 | 48 |
| 7 | пос. Выезжий Лог | 54.972 | 93.926 | 38 |
| 2–2.5 балла | | | | |
| 8 | пос. Степной Баджей | 55.209 | 93.749 | 56 |
| 9 | пос. Орешное | 55.289 | 93.659 | 63 |
| 10 | пос. Нарва | 55.403 | 93.652 | 76 |
| 11 | г. Красноярск | 56.01 | 92.85 | 148 |
| 12 | г. Абакан | 53.72 | 91.44 | 174 |

Таблица III.5. Сведения о сейсмических станциях временной локальной сети, развернутой в районе Крольского землетрясения в 2009 г.

| № | Название станции | Код станции | Координаты и высота над уровнем моря | | |
|---|------------------|-------------|--------------------------------------|---------|------|
| | | | φ, °N | λ, °E | h, м |
| 1 | Жайма | GMA | 54.8646 | 93.6606 | 872 |
| 2 | Выезжий Лог | VZL | 54.9743 | 93.9243 | 593 |
| 3 | Щетинкино | SKN | 54.5384 | 93.4488 | 849 |
| 4 | Краснокаменск | KNM | 54.3458 | 93.2508 | 491 |
| 5 | Чибижек | ZBK | 54.3961 | 93.6041 | 538 |

С целью изучения слабой сейсмичности в районе водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС была развернута временная сеть сейсмических станций, которая состояла из пяти цифровых станций, укомплектованных регистраторами «Дельта-Геон 002» с трехкомпонентными сейсмоприемниками СК-1П (табл. III.6, рис. III.11).

Таблица III.6. Сведения о сейсмических станциях временной локальной сети, развернутой в районе водохранилища Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г.

| № | Название станции | Код станции | Координаты и высота над уровнем моря | | | Дата прекращения регистрации |
|---|------------------|-------------|--------------------------------------|--------|------|------------------------------|
| | | | φ, °N | λ, °E | h, м | |
| 1 | Пашкино | PHK | 52.611 | 91.689 | 548 | 17.08.2009 |
| 2 | Сосновка | SNK | 52.608 | 92.285 | 540 | 15.07.2009 |
| 3 | Тепсель | TPS | 52.394 | 92.492 | 543 | 25.07.2009 |
| 4 | Ус | USS | 52.101 | 92.338 | 541 | 17.08.2009 |
| 5 | Урбун | URB | 51.857 | 92.154 | 547 | 17.08.2009 |

Регистрация проводилась с 08.07.2009 г. по 17.08.2009 г., за этот период были зарегистрированы дополнительно шесть слабых землетрясений, добавленных в основной каталог, параметры 84 землетрясений были уточнены.