

АЛТАЙ И САЯНЫ

А.Ф. Еманов^{1,2}, А.А. Еманов^{1,3}, А.В. Фатеев^{1,3}, Е.В. Шевкунова¹, В.Г. Подкорытова¹

¹Алтае-Саянский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Новосибирск, asf@gs.sbras.ru

²Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, press@nsu.ru

³Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, ipgg@ipgg.sbras.ru

Аннотация. В работе представлен обзор сейсмичности Алтае-Саянского региона за 2014 г. Стационарная сейсмическая сеть состояла из 48 станций. По сравнению с 2013 г. в регионе добавлены семь новых сейсмических станций. Дополнительно функционировали три локальные временные сети с общим количеством 39 станций. В течение года зарегистрировано 8828 землетрясений. Суммарная сейсмическая энергия, выделенная в очагах землетрясений, составила $4.6 \cdot 10^{12}$ Дж. Отдельно дана краткая характеристика сейсмичности Чуйско-Курайской зоны Горного Алтая.

Ключевые слова: сейсмичность, локальная сеть, стационарная сейсмическая станция.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.11

Для цитирования: Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 122–129. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.11

Сеть стационарных станций. В 2014 г. сейсмическая сеть региона состояла из 48 станций, данные о которых представлены в Приложении [1] к настоящему ежегоднику. По сравнению с составом сети в 2013 г., к ней добавлены семь сейсмических станций в Кемеровской области: «Балахонка» (BALAN, в 30 км к северу от г. Кемерово); «Бачатский 1-4» (BJR1, BJR2, BJR3, BJR4 – локальная сеть из четырех станций в районе угледобывающего разреза «Бачатский»); «Кийзас» (KIYZ, в 25 км к юго-западу от г. Междуреченск); «Поморцево» (POMOR, в 15 км к востоку от г. Белово). Данные станции установлены при содействии администрации Кемеровской области и ряда угледобывающих предприятий Кузбасса.

Кроме того, в 2014 г. проведена модернизация оборудования ряда действующих станций. Установлены датчики сильных движений Guralp CMG-5T на трех сейсмических станциях: «Кунгуртут», «Улаган», «Эрзин». Произведена замена регистраторов на более современные на станциях «Чаган-Узун» и «Улаган». Установлен широкополосный велосиметр Guralp CMG-3T на сейсмической станции «Арадан» [1].

На рис. 1 представлена карта изолиний энергетической представительности регистрации землетрясений Алтае-Саянской региональной сетью стационарных сейсмических станций в 2014 г. [1]. Согласно карте, в центральной части региона в пределах Российской Федерации обеспечивалась представительность на уровне $K_{\min}=5$. В эту зону входят практически полностью Кемеровская область, республики Горный Алтай и Хакасия. Представительность на уровне $K_{\min}=5$ обеспечена также в большей части Республики Тува, центральной и южной частях Красноярского края и в восточной, наиболее населенной, части Новосибирской области (рис. 1). Данное значение может быть преобразовано в локальную магнитуду ML по корреляционной зависимости [2]:

$$K_p=1.7 \cdot ML+2.5. \quad (1)$$

Принимая во внимание (1), значение $K_p=5$ примерно соответствует $ML=1.5$. В то же время на всей территории в пределах границ зон ответственности составления каталога, включающих части территорий Казахстана, Китая и Монголии, не могут быть пропущены землетрясения с $K_{\min}=8$ и выше, что, согласно (1), соответствует значению $ML_{\min}=3.2$ (рис. 1).

Сети временных станций. В 2014 г. в Алтае-Саянском регионе функционировали также три локальных временных сети: в Кемеровской области в районе разреза «Бачатский», в Республике Алтай и в районе с. Гусиный Брод (Новосибирская обл.) (рис. 2).

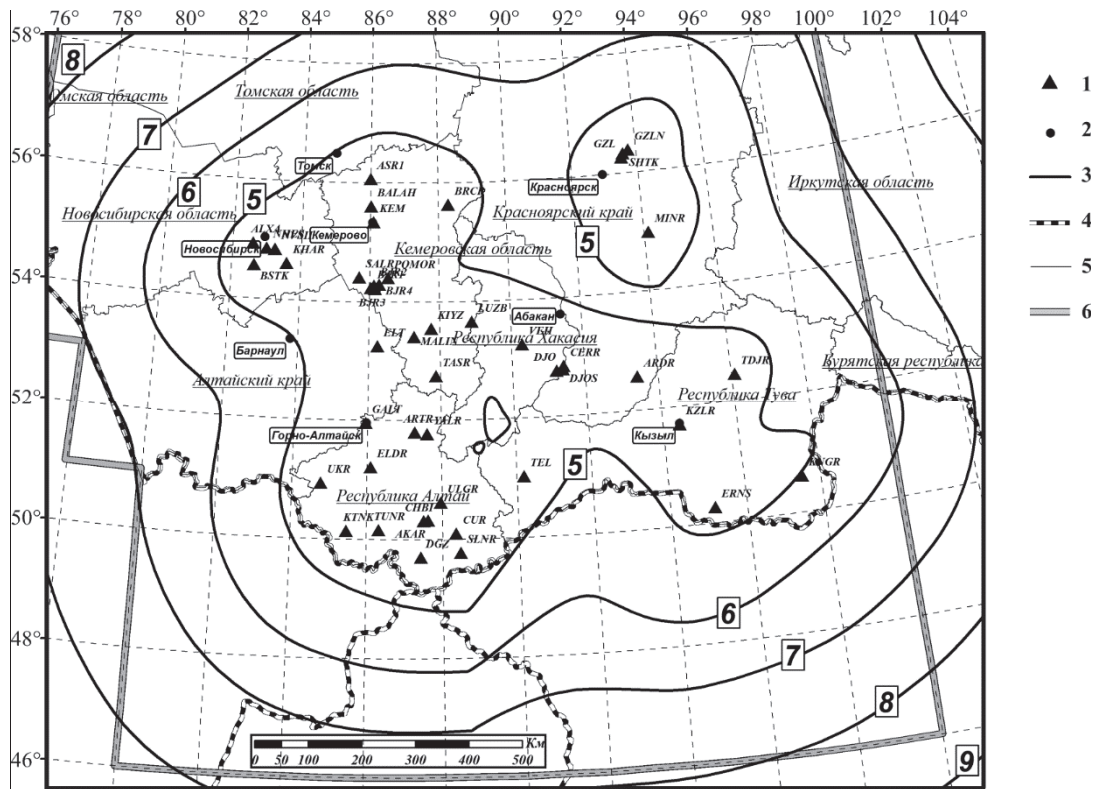


Рис. 1. Карта изолиний энергетической представительности K_{\min} регистрации землетрясений Алтае-Саянской региональной сети станций в 2014 г.

1 – стационарная сейсмическая станция; 2 – крупные города (столицы административных субъектов РФ); 3 – изолиния K_{\min} ; 4 – государственная граница; 5 – границы административных субъектов; 6 – зона ответственности АСФ ФИЦ ЕГС РАН.

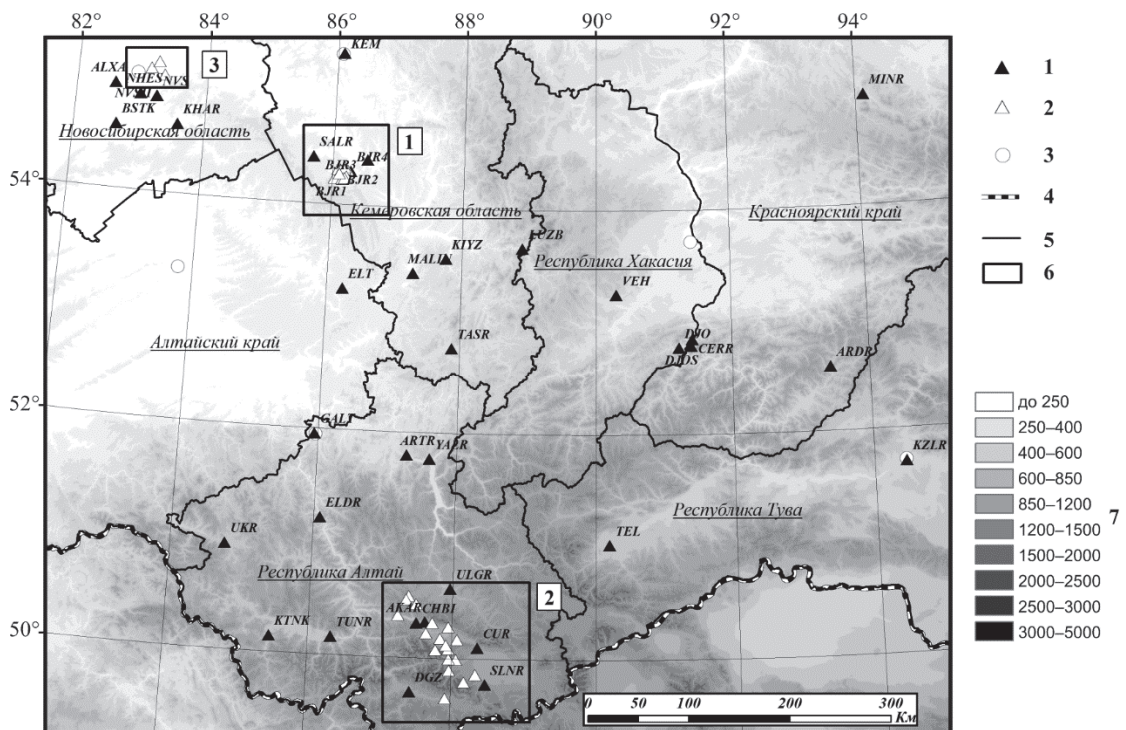


Рис. 2. Локальные сети временных станций АСФ ФИЦ ЕГС РАН в Алтае-Саянском регионе в 2014 г.

1 – стационарная сейсмическая станция; 2 – временная сейсмическая станция; 3 – города (столицы административных субъектов РФ); 4 – государственная граница; 5 – административные границы; 6 – места проведения работ с временными станциями (1 – в районе разреза «Бачатский», Кемеровская область; 2 – в Республике Алтай; 3 – в районе с. Гусиный Брод, Новосибирская область); 7 – высоты рельефа h , м.

Сеть станций в Кемеровской области в районе разреза «Бачатский» [3] была развернута для исследования сейсмической активизации, сопутствующей Бачатскому землетрясению 18 июня 2013 г. в $23^{\text{h}}02^{\text{m}}$ с $ML=6.1$, которое является крупнейшим в мире техногенным землетрясением при добыче твердых полезных ископаемых [4]. Она работала в течение всего 2014 г. и состояла из десяти комплексов регистрации (№ 1 на рис. 2). Пункты размещения менялись в течение года в зависимости от погодных условий, но общее количество комплексов оставалось неизменным.

Вторая локальная сеть из 18 станций [5] функционировала в период с 12 августа по 19 октября 2014 г. в Чуйско-Курайской зоне Горного Алтая в эпицентральной области Чуйского землетрясения 27 сентября 2003 г. в $11^{\text{h}}33^{\text{m}}$ с $K_p=17.1$, $MS=7.3$ [6]. Сеть (№ 2 на рис. 2) выставлена внутри Алтайского сейсмологического полигона – уплотненной части станций региональной сети в пределах координат $\varphi=49.0-51.0^{\circ}\text{N}$, $\lambda=87.0-89.0^{\circ}\text{E}$. Наблюдения сетями временных станций здесь проводятся ежегодно, начиная с 2002 г. Четыре станции были расположены в районе Южно-Чуйского хребта, восемь – в районе Северо-Чуйского хребта и Чаган-Узунского блока. Четыре станции были выставлены в районе Айгулакского хребта, в зоне, проявившей себя в 2012 г. сильным землетрясением 30 июля в $22^{\text{h}}30^{\text{m}}$ с $ML=6.1$ [2]. Две станции работали на южном склоне Курайского хребта.

Группа из трех временных станций [7] была выставлена в Новосибирской области, в районе с. Гусиный Брод, расположенного в 15–20 км северо-восточнее г. Новосибирск. Ее задачей была регистрация возможной сейсмичности, связанной с нетипичным для этого района землетрясением с $ML=3.3$, произошедшим 2 июля 2014 г. в $19^{\text{h}}10^{\text{m}}$ [8]. Сеть (№ 3 на рис. 2) функционировала с 3 по 11 июля 2014 г.

Методика обработки сейсмологических данных, получаемых сетями сейсмических станций АСФ ФИЦ ЕГС РАН, не изменилась и изложена в [9].

Каталог землетрясений. Общее число землетрясений, включенных в каталог [8] в 2014 г., составило $N_{\Sigma}=8828$. Диапазон локальных магнитуд в каталоге составил $-1.2 \leq ML \leq 5.8$.

Макросейсмических обследований в Алтае-Саянском регионе в 2014 г. не проводилось. По данным Сейсмологического бюллетеня [10] в 2014 г. в регионе зафиксировано одно осязаемое землетрясение с интенсивностью макросейсмических проявлений $I=2-3$ балла по шкале MSK-64 [11], произошедшее в Республике Алтай 6 апреля в $15^{\text{h}}07^{\text{m}}$ с $ML=5.8$ [8].

В табл. 1 приведены распределение землетрясений по магнитуде ML и суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в регионе в 2014 г. Суммарная сейсмическая энергия в 2014 г., $\Sigma E=4.62 \cdot 10^{12}$ Дж, оказалась существенно ниже показателя за 2013 г. и ниже среднего значения по Алтае-Саянскому региону за период с 1963 г. (рис. 3).

Таблица 1. Распределение числа землетрясений по магнитудам ML и суммарная сейсмическая энергия ΣE в регионе Алтай и Саяны в 2014 г.

ML	-1	-0.5	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	N_{Σ}	$\Sigma E, \text{ Дж}$
N	8	631	1449	846	1985	1315	1277	882	266	108	35	18	6	1	1	8828	$4.62 \cdot 10^{12}$

График повторяемости землетрясений по данным табл. 1 приведен на рис. 4. При общем снижении уровня выделившейся сейсмической энергии в 2014 г., по сравнению с таковым в 2013 г., параметры графика повторяемости, рассчитанные для его линейной части ($ML=2.5-5$), остались практически неизменными [9] и имеют вид:

$$\lg N(ML) = 5.01 - 0.85 \cdot ML. \quad (2)$$

В 2014 г. для десяти землетрясений с использованием пакета программ [12] рассчитаны механизмы очагов [13].

Анализ сейсмичности. Карта эпицентров всех 8828 землетрясений представлена на рис. 5. Традиционно наиболее весомый вклад в сейсмичность Алтае-Саянского региона в целом вносят землетрясения Чуйско-Курайской зоны Горного Алтая, а также сейсмоактивные области Республики Тува: юго-западное обрамление Тувинской котловины, хр. Обручева, восточная граница с Монголией (рис. 5).

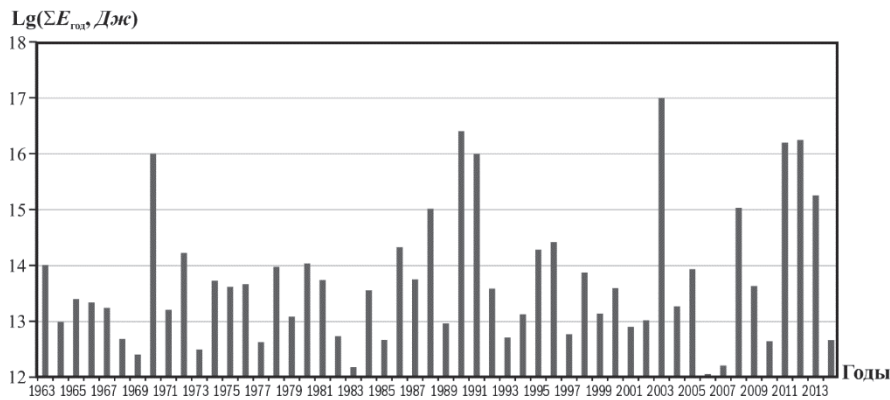


Рис. 3. Ежегодное выделение суммарной сейсмической энергии в Алтае-Саянском регионе за период 1963–2014 гг.

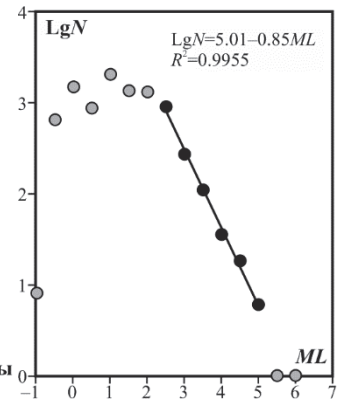


Рис. 4. График повторяемости землетрясений Алтае-Саянского региона в 2014 г.

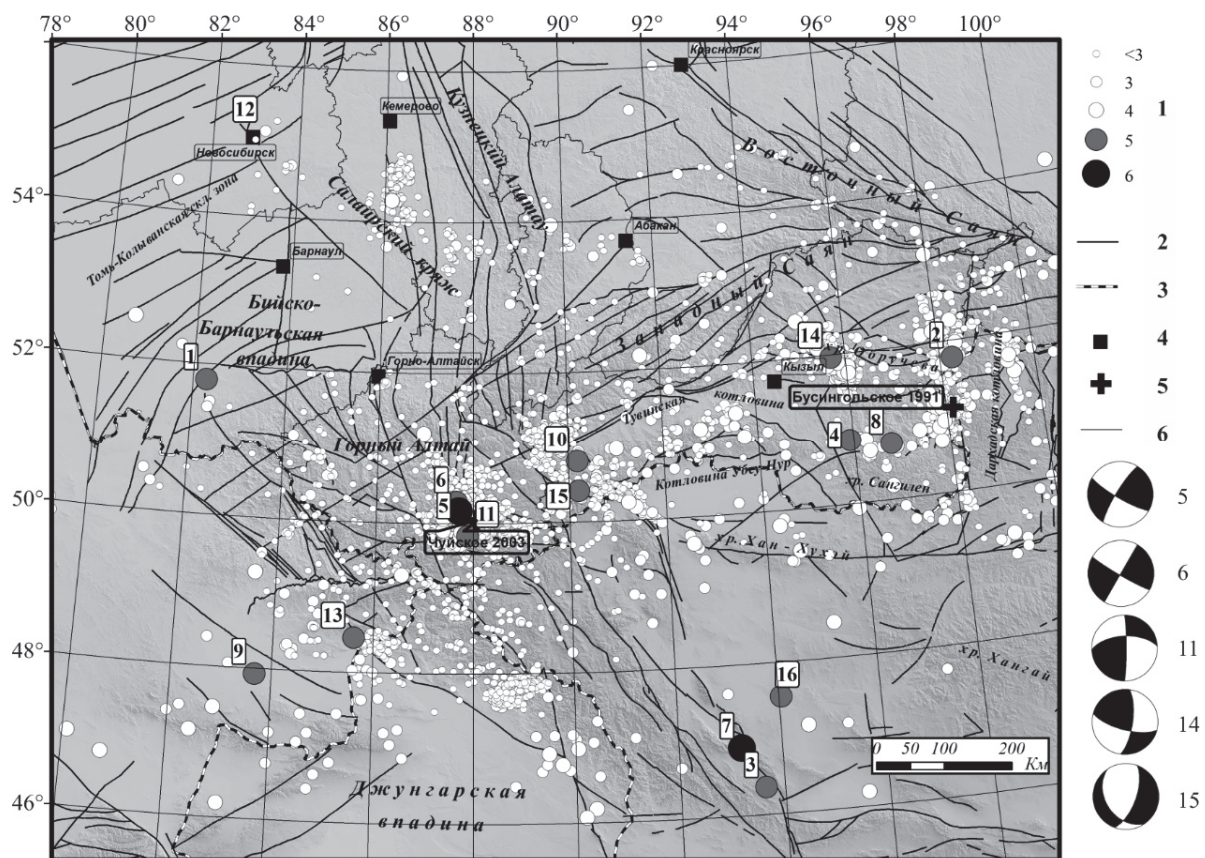


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Алтае-Саянского региона в 2014 г.

1 – магнитуда ML ; 2 – неотектонический разлом (по ГИН РАН, под ред. Ю.Г. Леонова); 3 – государственная граница; 4 – город; 5 – инструментальный эпицентр Чуйского 27.09.2003 г. с $K_r=17.1$, $M_S=7.3$ [6] и Бусингольского 27.12.1991 г. с $K_r=16.2$, $M=6.5$ [14] землетрясений; 6 – административные границы. Цифры на карте и рядом с диаграммами механизмов очагов, а также далее в тексте в круглых скобках соответствуют номерам землетрясений в каталоге [8].

Первое крупное сейсмическое событие Алтае-Саянского региона в 2014 г. (1 на рис. 5) произошло 1 января в 16^h47^m в Алтайском крае с $ML=4.5$. Эпицентр землетрясения находится в Бийско-Барнаульской впадине, недалеко от предгорий Рудного Алтая, в 70 км севернее г. Змеиногорск.

Самое сильное землетрясение в регионе (5 на рис. 5) с $ML=5.8$ произошло 6 апреля в 15^h07^m в Республике Алтай, в районе Северо-Чуйского хребта. Оно сопровождалось рядом афтершоков, самый сильный из которых (6) произошел 18 апреля в 19^h00^m с $ML=5.0$ в 10 км севернее главного толчка.

На территории Монголии произошло второе по уровню выделившейся энергии событие (7 на рис. 5). Оно было зафиксировано в Монгольском Алтае 30 апреля в 06^h22^m с $ML=5.7$.

В 2014 г. продолжилась сейсмическая активность в районе хр. Академика Обручева. Наиболее сильное землетрясение (14 на рис. 5) достигло уровня $ML=5.0$ (22 августа в 06^h43^m). На территории Республики Тува также традиционно активны были Белино-Бусингольская зона (2), хребет Сангилен (4, 8), юго-западное обрамление Тувинской котловины (10, 15).

Необычное для региона сейсмическое событие с $ML=3.3$ (12 на рис. 5) произошло 2 июля в 19^h10^m в 15 км к северо-востоку от г. Новосибирск. За историю инструментальных сейсмологических наблюдений в регионе (с 1963 г.) землетрясений подобной энергии в данном районе зарегистрировано не было.

На территории Республики Казахстан, входящей в зону ответственности АСФ ФИЦ ЕГС РАН, в 2014 г. следует отметить два крупных землетрясения (9, 13). Первое произошло 31 мая в 08^h12^m в районе Зайсанской впадины и имело магнитуду $ML=4.8$. Второе событие с $ML=4.9$ зарегистрировано 19 августа в 06^h43^m [8].

Сейсмичность Чуйско-Курайской зоны. Из 8828 сейсмических событий, зафиксированных в 2014 г. в Алтае-Саянском регионе [8], 5641 (64 %) произошло в Чуйско-Курайской зоне республики Алтай (рис. 6).

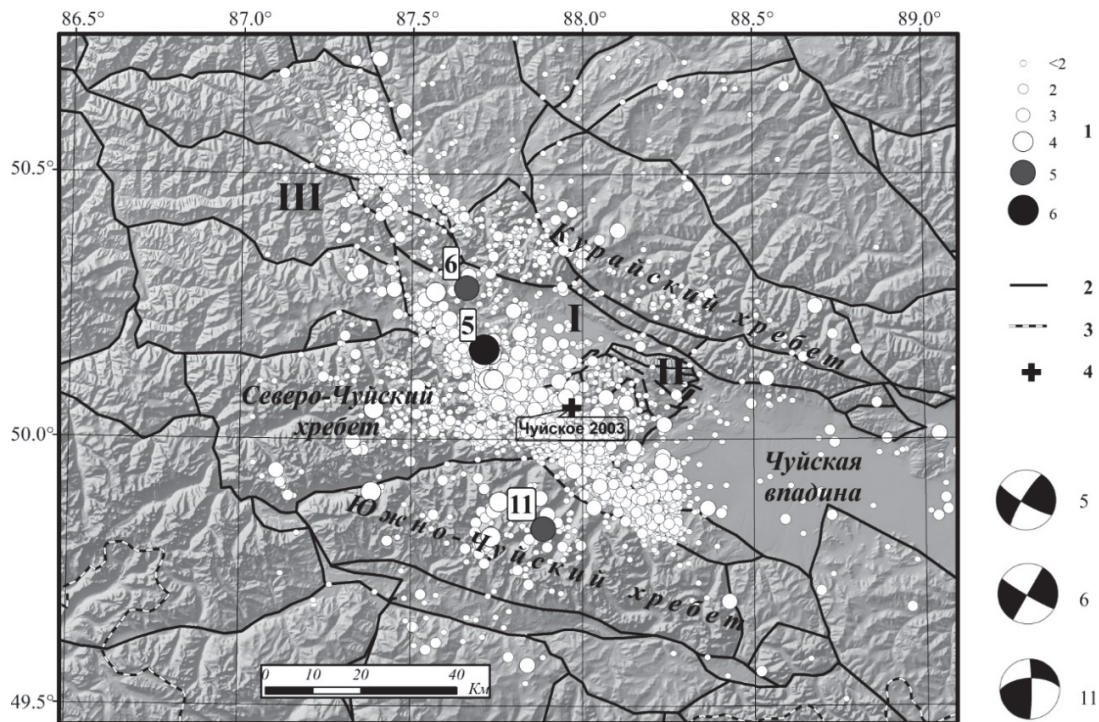


Рис. 6. Эпицентры землетрясений в Чуйско-Курайской зоне Горного Алтая в 2014 г.

1 – магнитуда ML ; 2 – неотектонический разлом; 3 – государственная граница; 4 – инструментальный эпицентр Чуйского землетрясения 27.09.2003 г. с $K_p=17.1$, $M_S=7.3$ [6]. Римскими цифрами на карте обозначены: I – Курайская впадина, II – Чаган-Узунский блок, III – Айгулакский хребет. Цифры на карте и рядом с диаграммами механизмов очагов, а также далее в тексте в круглых скобках соответствуют номерам землетрясений в каталоге [8].

Столь значительное количество событий было зафиксировано благодаря работе временной сети станций в летне-осенний период [5] в 2014 г., которая существенно улучшила представительность регистрации сейсмических событий. Из крупнейших землетрясений Чуйско-Курайской зоны в 2014 г., помимо уже упомянутых выше (5, 6), следует отметить землетрясение с $ML=5.1$ (11), которое случилось 26 июня в 21^h54^m в районе Южно-Чуйского хребта.

Начиная с 2013 г., максимальную сейсмическую активность проявляет очаговая зона крупнейшего ($K_p=17.1$, $M_S=7.3$) за период инструментальных наблюдений в регионе Чуйского землетрясения 27 сентября 2003 г. [6]. Кроме того, наблюдается тенденция распространения сейсмического процесса в области, смежные с эпицентральной зоной Чуйского землетрясения, – в районы Южно-Чуйского, Айгулакского и Курайского хребтов (рис. 6).

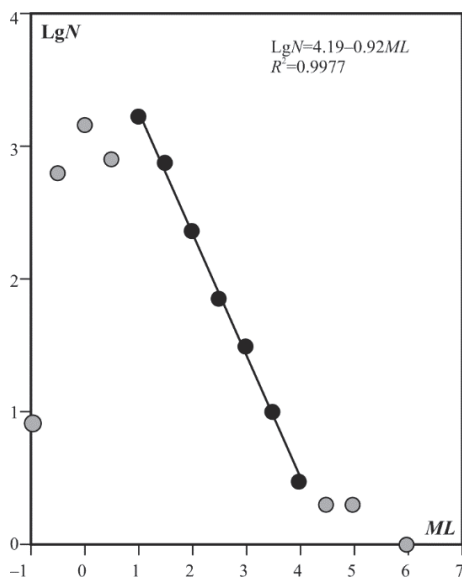


Рис. 7. График повторяемости землетрясений в Чуйско-Курайской зоне Горного Алтая в 2014 г.

Для землетрясений, зарегистрированных в Чуйско-Курайской зоне, построен график повторяемости (рис. 7). Параметры графика, рассчитанные для его линейной части ($ML=1.0-4.0$), практически не изменились, по сравнению с данными 2013 г. [9], и имеют вид:

$$\lg N(ML)=4.19-0.92 \cdot ML. \quad (3)$$

В заключение можно отметить, что в 2014 г. сейсмическая активность региона существенно снизилась по сравнению с уровнем 2013 г. (рис. 3). Наиболее крупные землетрясения произошли в Республике Алтай, в районе Северо-Чуйского хребта, 6 апреля в $15^{\text{h}}07^{\text{m}}$ с $ML=5.8$ (5) и в Монгольском Алтае 30 апреля в $06^{\text{h}}22^{\text{m}}$ с $ML=5.7$ (7).

Л и т е р а т у р а

1. Фатеев А.В. (отв. сост.), Еманов А.Ф., Еманов А.А., Чурашев С.А., Корабельщиков Д.Г., Манушин С.Н. Стационарные сейсмические станции Алтае-Саянского региона в 2014 г. (код сети ASRS) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
2. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Подкорытова В.Г., Шевкунова Е.В. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 132–142.
3. Еманов А.А., Фатеев А.В. Локальная сеть сейсмических станций АСФ ФИЦ ЕГС РАН в районе разреза «Бачатский» Кемеровской области в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
4. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Фатеев А.В. Техногенное Бачатское землетрясение 18.06.2013 г. ($ML=6.1$) в Кузбассе – сильнейшее в мире при добыче твердых полезных ископаемых // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2016. – Т. 43. – № 4. – С. 34–60.
5. Еманов А.А., Фатеев А.В. Локальная сеть сейсмических станций АСФ ФИЦ ЕГС РАН в Чуйско-Курайской зоне Горного Алтая в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
6. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Фатеев А.В., Филина А.Г. Чуйское землетрясение 27 сентября 2003 г. с $K_p=17.1$, $MS=7.3$ (Горный Алтай) // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 326–343.
7. Еманов А.А., Сержников Н.А., Фатеев А.В. Локальная сеть сейсмических станций АСФ ФИЦ ЕГС РАН в районе с. Гусиный Брод (Новосибирская область) в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
8. Подкорытова В.Г. (отв. сост.), Артемова А.И., Ворона У.Ю., Денисенко Г.А., Еманов А.А., Лескова Е.В., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шаталова А.О., Шевелева С.С., Шевкунова Е.В. Каталог землетрясений Алтая и Саян в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
9. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Подкорытова В.Г., Шевкунова Е.В. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 139–149. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.12
10. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2014. (2020) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014
11. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
12. Reasenber P.A. and Oppenheimer D. FPFIT, FPLOT, and FPPAGE: Fortran computer programs for calculating and displaying earthquake fault-plane solutions // U.S. Geol. Surv. – 1985. – Open-File Rep. 85-739. – 109 p.

13. Куприш О.В., Еманов А.А. (отв. сост.), Лескова Е.В., Шевкунова Е.В. Каталог механизмов очагов землетрясений Алтае-Саянского региона за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – Приложение на CD-ROM.
14. Филина А.Г. Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения в СССР в 1991 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. – С. 38–39.

ALTAI and SAYAN

A.F. Emanov^{1,2}, A.A. Emanov^{1,3}, A.V. Fateev^{1,3}, E.V. Shevkunova¹, V.G. Podkorytova¹

¹Altai-Sayan Branch of Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences”, Novosibirsk, asf@gs.sbras.ru

²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, press@nsu.ru

³Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, ipgg@ipgg.sbras.ru

Abstract. The review of the seismicity in Altai and Sayan region for 2014 is presented. The stationary network of seismic stations included 48 stations. Compared to 2013, seven new seismic stations were added in the region. Additionally 3 local temporary networks including 39 temporary seismic stations operated in the region. 8828 earthquakes were recorded with the total seismic energy of $4.6 \cdot 10^{12} J$. A brief description of the seismicity in the Chui-Kurai zone of the Altai Mountains is given.

Keywords: Altay-Sayan region, earthquake, seismicity, seismic network, magnitude.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.11

For citation: Emanov, A.F., Emanov, A.A., Fateev, A.V., Shevkunova, E.V., & Podkorytova, V.G. (2020). [Altai-Sayan region]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 122–129. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.11

R e f e r e n c e s

1. Fateev, A.V., Emanov, A.F., Emanov, A.A., Churashev, S.A., Manushin, S.N., Korabel'shchikov, D.G. (2020). [Stationary seismic stations of the Altai and Sayan in 2014 (ASRS network code)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
2. Emanov, A.F., Emanov, A.A., Fateev, A.V., Podkorytova, V.G., & Shevkunova, E.V. (2018) [Altai and Sayan]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21(2012), 132–142. (In Russ.).
3. Emanov, A.F., Emanov, A.A., & Fateev, A.V. (2020). [The local network of seismic stations of the ASB GS SB RAS near the coal open pit mining "Bachatskiy", Kemerovo region in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
4. Emanov, A.F., Emanov, A.A., Fateev, A.V., & Leskova, E.V. (2017). The technogenic Bachat earthquake of June 18, 2013 ($ML=6.1$) in the Kuznetsk Basin – the world's strongest at solid mining. *Seismic Instruments*, 53(4), 333–355.
5. Emanov, A.A., & Fateev, A.V. (2020). [The local network of seismic stations ASB FRC GS RAS in the Chui-Kurai zone of the Altai Mountains in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
6. Emanov, A.F., Emanov, A.A., Leskova, E.V., Kolesnikov, Yu.I., Fateev, A.V., & Filina, A.G. (2009). [$MS=7.3$ Chui earthquake on September 27, 2003 (Altai Mountains)]. In *Zemletriaseniia severnoi Evrazii, 2003* [Earthquakes in Northern Eurasia in 2003] (pp. 326–343). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
7. Emanov, A.A., Serezhnikov, N.A., & Fateev, A.V. (2020). The local network of seismic stations of the ASB GS SB RAS near the Gusiny Brod, Novosibirsk region in 2014. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
8. Podkorytova, V.G., Artemova, A.I., Vorona, U.Yu., Denisenko, G.A., Emanov, A.A., Leskova, E.V., Manushina, O.A., Podlipskaya, L.A., Shatalova, A.O., Shevelyova, S.S., & Shevkunova, E.V. (2020). [Catalogue of earthquakes of the Altai and Sayan in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).

9. Emanov, A.F., Emanov, A.A., Fateev, A.V., Podkorytova, V.G., & Shevkunova, E.V. (2019). [Altai and Sayan mountains]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 22(2013), 139–149. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.12.
10. International Seismological Centre (2020). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
11. Medvedev, S.V. Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaya shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
12. Reasenber, P.A., & Oppenheimer, D. (1985). FPFIT, FPLOT, and FPPAGE: Fortran computer programs for calculating and displaying earthquake fault-plane solutions. *U.S. Geol. Surv., Open-File Rep.*, 85–739.
13. Kuprish, O.V., Emanov, A.A., Leskova E.V. & Shevkunova, E.V. (2020). [Focal mechanisms of strong earthquakes of the Altai and Sayan in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
14. Filina, A.G. (1997). [Earthquakes in the Altai and Sayan region]. In *Zemletryaseniya v SSSR v 1991 godu* [Earthquakes in the USSR in 1991] (pp. 38–39). Moscow, Russia: IPE RAS Publ. (In Russ.).