

Прибайкалье и Забайкалье

¹Е.А. Кобелева, ¹Н.А. Гилёва, ¹О.А. Хамидулина, ¹Я.Б. Радзиминович, ²Ц.А. Тубанов

¹БФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Иркутск; ²БуФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Улан-Удэ

Сейсмологические наблюдения в Прибайкалье и Забайкалье проводились сетями двух филиалов ФИЦ ЕГС РАН – Байкальского и Бурятского. Сейсмическая сеть Байкальского филиала (БФ) ФИЦ ЕГС РАН состояла из 25 сейсмических станций на территории Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края. 21 сейсмическая станция расположена в пределах собственно Байкальской рифтовой зоны, в которой регистрируется максимальное количество землетрясений. В районе восточного побережья Южного и Среднего Байкала в 2020 г. работали десять сейсмических станций Бурятского филиала (БуФ) ФИЦ ЕГС РАН. Размещение всех станций показано на рис. I.16, сведения о них приведены в табл. I.15 и I.16.

Большинство станций региона (31 из 35) оснащено короткопериодными велосиметрами СМ-3 и СМ-3КВ, на восьми установлены широкополосные велосиметры СМГ-3ЕСРС, СМГ-40Т и Trillium Compact 120s (табл. I.15 и I.16). 23 сейсмические станции Байкальского филиала, оснащенные акселерометрами ОСП-2М или СМГ-5Т, составляли сеть сильных движений. На сейсмической станции «Талая» (ТЛ) работала аппаратура IRIS, сейсмометры STS-2.5 и FBA-23 (табл. I.14). Произведена модернизация аппаратуры на станции «Заречье» Бурятского филиала – установлены сейсмометры СМ-3 с регистратором Байкал АСН (табл. I.16).

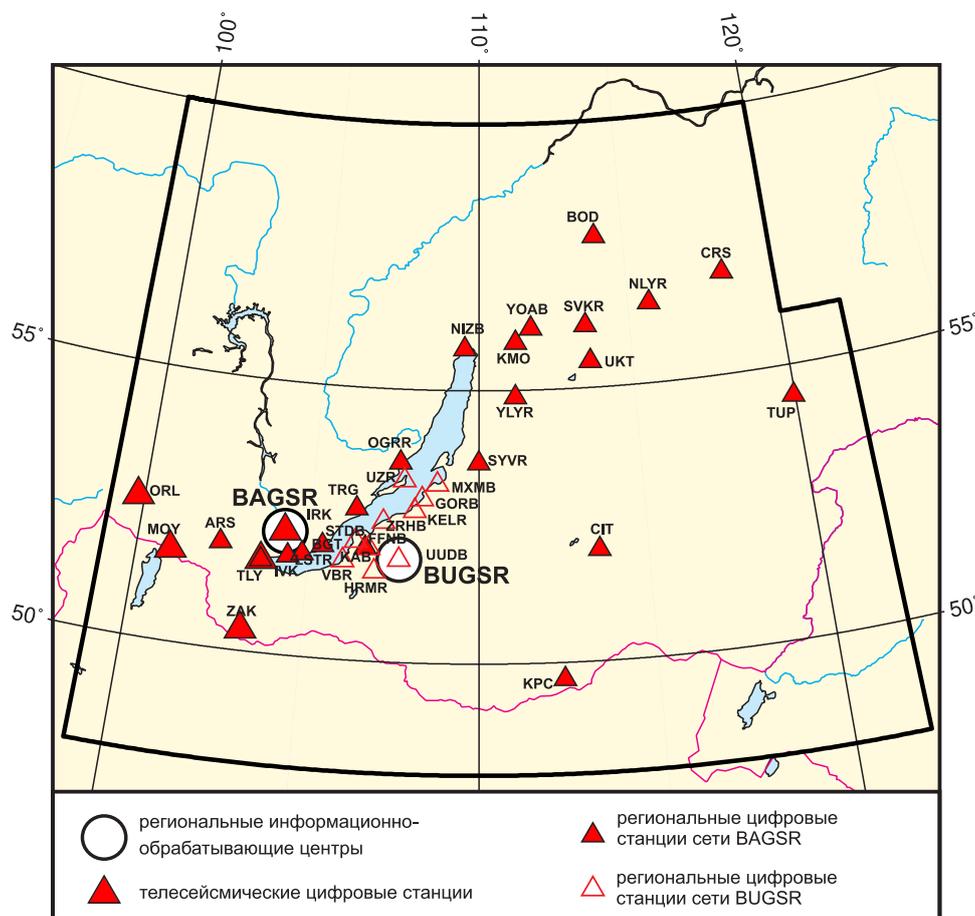


Рис. I.16. Сейсмические станции в Прибайкалье и Забайкалье в 2020 г.
Черный шрифт – международные коды центра и станций

Таблица I.15. Сведения о сейсмических станциях БФ ФИЦ ЕГС РАН (сеть BAGSR)

№	Сейсмическая станция			Дата открытия–закрытия (модернизации ¹)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования
	название	код			φ, °N	λ, °E	h, м		
		международный	региональный						
1	Аршан*	ARS	АРШ	02.10.1960	51.920	102.421	946	Глыбы, дресва, щебень с заполнением супесью (до 5 м)	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11
2	Бодайбо*	BOD	БДБ	04.11.1960	57.819	114.005	245	Граниты	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11
3	Большое Голоустное	BGT	BGT	14.06.2011	52.045	105.407	466	Глинистые породы до 4 м, полускальные породы	СМ-3+ Байкал-11
4	Закаменск*	ZAK	ЗКМ	11.12.1960 (24.07.2012)	50.382	103.281	1200	Глыбы, дресва, щебень с заполнением песком	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11; СМГ-3ESPCD
5	Ивановка	IVK	IVK	29.05.2011	51.801	104.414	470	Скальные породы	СМ-3+МС
6	Иркутск*	IRK	ИРК	02.12.1901 (24.10.2013)	52.243	104.271	467	Суглинки микропористые до 13 м	СМ-3, СМГ-5Т+МС СМГ-3ESPCD
7	Кабанск*	KAB	КБ	01.01.1951	52.050	106.654	468	Пески разнозернистые до 5 м, пески с гравием	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11
8	Кумора*	KMO	КМР	26.09.1966	55.887	111.203	490	Пески 20–50 м	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11
9	Листвянка*	LSTR	LST	01.03.1999	51.868	104.832	450	Граниты	СМ-3КВ, СМГ-5Т+МС
10	Монды*	MOY	МНД	01.10.1960 (14.09.2012)	51.668	100.993	1349	Валуны, гравий, галька с песчаным заполнением	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11; СМГ-3ESPCD
11	Неляты*	NLY NLYR	НЛТ	19.01.1961; 08.09.2001	56.506 56.491	115.702 115.703	596 596	Пески 25–60 м	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11
12	Нижнеангарск*	NIZ NIZB	Н-А Н-А	21.10.1961– 16.02.2017; 02.07.2017	55.775 55.770	109.542 109.545	509 495	Глыбы, дресва, щебень с песчано-суглинистым (до 3 м) и пылевато-песчаным (до 17 м) заполнителем	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11
13	Онгурен*	OGRR	ОНГ	20.04.1988	53.644	107.596	505	Граниты	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11
14	Орлик*	ORL	ОРЛ	01.02.1967 (10.09.2012)	52.535	99.808	1375	Граниты	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-112; СМГ-3ESPCD
15	Северомуйск*	SVK SVKR	С-М	01.01.1976– 25.10.1993; 05.09.2000	56.184 56.159	113.519 113.520	850 850	Граниты Пески до 30 м	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11

¹ показана дата последней модернизации, предыдущие см. в [1].

№	Сейсмическая станция		Дата открытия–закрытия (модернизации ¹)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	название	код		φ, °N	λ, °E	h, м			
международный		региональный							
16	Суво*	SYVR	СУВ	28.05.1984	53.659	110.000	530	Глыбы, щебень, дресва с песчаным заполнением до 4 м	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11
17	Талая*	ТЛУ	ТАЛ	11.11.1982 (05.10.2019)	51.681	103.644	579	Глыбы, щебень, дресва до 5 м, мраморы, сланцы	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11; STS-2.5, FBA-23 +Q330-HR
18	Тупик*	ТУР	ТПК	25.11.1961	54.426	119.954	714	Пески, суглинки, галечники до 5–7 м	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11
19	Тырган*	TRG	ТРГ	20.01.1960	52.760	106.347	593	Глыбы, дресва, гнейсы, сланцы до 10 м	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11
20	Уакит*	УКТ	УКТ	20.12.1962	55.489	113.627	1140	Валуны, галька, песок, суглинки до 15–30 м	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11
21	Улюнхан*	УЛХ	УЛХ	16.07.1989	54.875	111.163	582	Валунно-галечные отложения до 5 м, граниты	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11
22	Уоян*	УОА УОАВ	УН УОА	21.01.1980– 04.08.2018; 05.08.2018	56.134 56.141	111.724 111.722	503 524	Пески, супесь до 16 м	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11 м
23	Хапчеранга*	ХРС	ХПЧ	25.12.1968	49.704	112.378	1067	Алевролитовые сланцы до 50 м	СМ-3КВ, ОСП-2М+МС
24	Чара*	СРС	СР	11.11.1960	56.900	118.269	700	Песчано-гравийные отложения до 50 м	СМ-3, ОСП-2М+МС
25	Чита*	СІТ	СІТ	14.07.1970	52.021	113.552	759	Пески до 6 м, граниты	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11

Примечание – * – на станциях установлены приборы сильных движений.

Таблица 1.16. Сведения о сейсмических станциях БуФ ФИЦ ЕГС РАН (сеть BUGSR)

№	Сейсмическая станция		Дата открытия–закрытия (модернизации ²)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	название	код		φ, °N	λ, °E	h, м			
международный		региональный							
1	Горячинск	ГОРВ	ГОР	24.07.2011 (12.07.2017)	52.986	108.285	480	Суглинки 3 м, ниже – трещиноватые скальные породы	СМ-3+ Байкал-7HR
2	Заречье	ЗРНВ	ЗРН	01.12.1999 (17.07.2020)	52.545	107.159	480	Валуны, галька, суглинки до 10 м	СМ-3КВ+ Байкал-112 (снят 07.2020); СМ-3+ Байкал АСН

² показана дата последней модернизации, предыдущие см. в [1].

№	Сейсмическая станция		Дата открытия–закрытия (модернизации ²)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	название	код		φ, °N	λ, °E	h, м			
международный		региональный							
3	Котокель	KELR	KEL	03.11.2005 (07.08.2008)	52.763	108.078	460	Песчаные наносы (в 50 м выходы гранитов)	СМГ-40Т+ Иркут
4	Максимиha	MXMB	MXM	01.10.1997 (11.07.2017)	53.263	108.745	510	Осадочные породы, суглинки	СМГ-40Т+ Centaur
5	Степной Дворец	STDB	STD	01.08.1999 (22.04.2011)	52.169	106.366	458	Осадочные отложения не менее 2 км	СМГ-40Т+ Иркут (снят 04.2020); СМ-3+ Байкал-7HR
6	Сухой Ручей	VBR	VBR	22.03.2012 (19.02.2019)	51.798	106.015	478	Суглинисто-гравийные породы	СМ-3+ Байкал-7HR
7	Узур	UZR	UZR	18.03.2011 (11.07.2019)	53.323	107.741	480	Скальные породы	СМ-3КВ+ Байкал-112 (Ангара)
8	Улан-Удэ	UUDB	UUD	17.02.1996– 17.04.2002; 18.10.2006 (25.09.2019)	51.867	107.663	600	Глыбы, щебень (конгломераты)	СМ-3+ Байкал-10 (снят 08.2020); СМГ-40Т+ Иркут (снят 01.2020); ТС120-SV1+ Centaur
9	Фофоново	FFNB	FFN	01.08.1999 (27.09.2019)	52.048	106.765	564	Песчаные почвы	СМ-3+ Байкал-7HR
10	Хурамша	HRMR	HRM	01.04.1997 (13.08.2019)	51.628	106.955	620	Плотные аргиллиты	СМГ-40Т+ Centaur; СМ-3КВ+ Байкал-7HR

Время непрерывной работы всех станций Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН, при обязательном условии получения ими качественных материалов наблюдений, по отношению ко всему времени года составило 97.9%.

Как и в предыдущие годы [1], в зоне Байкальского рифта, где происходит основное количество землетрясений, сеть цифровых станций региона регистрировала без пропусков землетрясения с $M_{\min}=1.7$ ($K_{P\min}=7$). На двух участках уровень представительной регистрации землетрясений достигал значения $M_{\min}=1.1$ ($K_{P\min}=6$) – район дельты реки Селенги и район, прилегающий к северной оконечности озера Байкал.

Как и ранее, детальная сводная обработка землетрясений с $K_p \geq 5.6$ зоны Прибайкалья и Забайкалья проводилась сотрудниками отдела сводной обработки Байкальского филиала с использованием данных всех сейсмических станций, расположенных на территории региона, т.е. 25 станций Байкальского филиала и десяти станций Бурятского филиала ФИЦ ЕГС РАН.

При получении параметров землетрясений в приграничных зонах использовались данные станций Алтае-Саянского и Якутского филиалов ФИЦ ЕГС РАН, полученные в режиме, близком к реальному времени, по протоколу seedlink или с FTP-серверов филиалов. Данные станций Монголии (ULN) и Китая (HIA) запрашивались через сайт Международной федерации сетей цифровых сейсмографов FDSN [2, 3].

Служба срочных донесений зоны Прибайкалья и Забайкалья передала в региональные службы МЧС сведения о 34 землетрясениях с $M \geq 3.7$ ($K_p \geq 10.7$), среднее время подачи сообщения составило 15.8 мин с момента события.

Среднее число региональных сейсмических станций, данные которых были использованы при детальной обработке землетрясений этого каталога, составило $N=30$. Координаты основной части эпицентров определены с погрешностью менее 2 км.

В связи со значительной задержкой детальной сводной обработки всех сейсмических событий региона, связанной с Муяканской активизацией 2015 г. [4], в данном ежегоднике каталог сейсмических событий в электронном виде содержит параметры только 124 наиболее сильных землетрясений с $M=2.4-5.6$ ($K_p=8.4-14.6$) по данным центра BAGSR. Для пяти землетрясений в каталог внесены альтернативные решения по данным центра ASGSR [5]. Кроме того, в каталог в качестве основных решений добавлены параметры 21 землетрясения с $M=2.1-3.6$ по данным центра ASGSR и двух землетрясений с $M=1.9-2.0$ по данным YAGSR на границах региона [5].

В печатный вариант каталога землетрясений включены сведения о пяти ощутимых землетрясениях с $M=2.4-2.9$ и 103 событиях с $M \geq 3.0$ [6]. Карта эпицентров землетрясений показана на рис. 1.17.

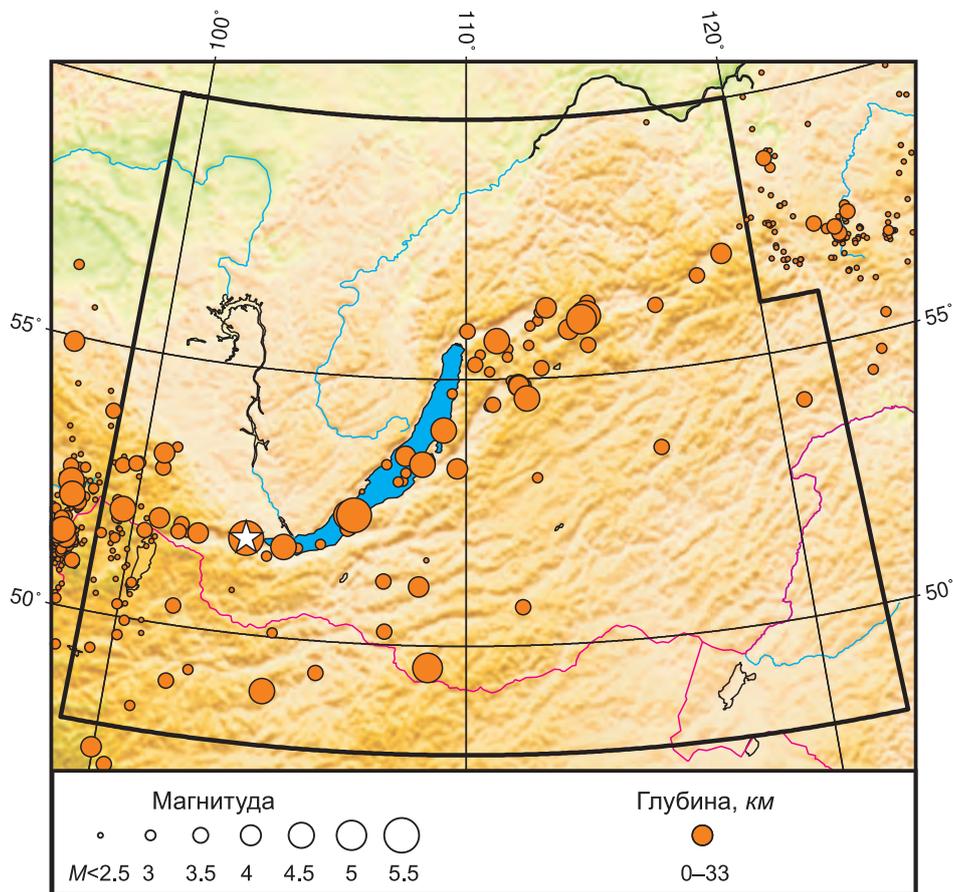


Рис. 1.17. Карта эпицентров землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2020 г.
Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

За 2020 г. было зарегистрировано 34 ощутимых ($I=2-(6-7)$ баллов) землетрясения [5, 6], что соответствует их среднему годовому числу по данным за предыдущие шесть лет [7]. Сбор макросейсмических сведений в течение 2020 г. осуществлялся главным образом с использованием интерактивной анкеты, размещенной на сайте Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН [8].

Самое сильное землетрясение в регионе, названное Быстринским, с $M (M_w)=5.6$ [5, 6] произошло 21 сентября в 18^h04^m и сопровождалось сравнительно сильным афтершоком с $M (M_w)=4.7$ в 18^h19^m. Гипоцентр землетрясения локализован в пределах Быстринской впадины (в 22 км западнее южной оконечности оз. Байкал) на глубине 18 км в зоне длительного сейсмического затишья и, возможно, приурочен к зоне Главного Саянского разлома (рис. 1.17). Быстринское землетрясение не предварялось форшоками, при этом повторные толчки также нельзя назвать многочисленными [9]. Большая часть афтершоков ($N=20$) была зарегистрирована в первые сутки, при этом в последующие десять суток отмечено лишь шесть слабых событий. Фокальные механизмы основного толчка и сильного афтершока характеризуются практически чистыми сдвиговыми смещениями, что хорошо согласуется с современными представлениями о тектонике района. Максимальная интенсивность сотрясений, наблюдавшаяся в ближайших к эпицентру населенных пунктах (в д. Быстрая, Талая и пгт Култук на центральных расстояниях 5–21 км), оценивается в 6–7 баллов по шкале MSK-64. В Быстрой, по свидетельству очевидцев, землетрясение проявилось в виде сильных продолжительных колебаний. В жилых домах возникли трещины в штукатурке с выпадением отдельных фрагментов, отмечено раскачивание мебели, падение незакрепленных предметов с полок, шкафов и столов. В помещении библиотеки наблюдалось падение отдельных книг на полках, однако падения или смещения мебели не было. В единичных случаях отмечены разрушения или повреждения печных труб, а также растрескивание печей. Во время землетрясения наблюдались перебои в работе сотовой связи и подаче электроэнергии. Реакция очевидцев – сильный испуг, паника, страх перед возможными последующими толчками. Сотрясения интенсивностью 6 баллов наблюдались на расстояниях 12–24 км, 5 баллов – 23–226 км. Быстринское землетрясение позволило получить новые данные о динамических параметрах движений грунта. Максимальное пиковое ускорение грунта (PGA), зарегистрированное на сейсмической станции «Талая», составило $A_{max}=187 \text{ см/с}^2$, что является наиболее высоким значением для территории Южного Прибайкалья за период цифровой регистрации землетрясений.

Вторым по силе в 2020 г. стало Кударинское землетрясение [10] с эпицентром в районе дельты реки Селенги с $M (M_w)=5.5$ [5, 6], произошедшее 9 декабря в 21^h44^m. При отсутствии форшоков оно сопровождалось значительным афтершоковым процессом приблизительно в течение месяца, наиболее сильные афтершоки с $M=3.7, 3.6, 4.8$ ($K_p=10.7, 10.4, 12.6$) [5, 6] зарегистрированы в первые сутки после главного толчка. Кударинское землетрясение ощущалось на большой площади в пределах нескольких субъектов Российской Федерации (Республика Бурятия, Иркутская область, Забайкальский край) и проявилось с максимальной наблюдаемой интенсивностью до 6–7 баллов в селе Кудара ($\Delta=18 \text{ км}$). В других пунктах, расположенных в ближней зоне на расстояниях до 48 км, интенсивность сотрясений составила 6 и 5–6 баллов. Некоторые здания в селах Кудара, Корсаково, Оймур и Посольское получили повреждения 1-й и 2-й степени: трещины в штукатурке, падение кусков штукатурки, трещины в печах и дымовых трубах. Макросейсмические эффекты, соответствующие 5 баллам, были отмечены на расстояниях от 24 до 252 км, в т.ч. в городах Иркутск, Ангарск, Шелехов и Усолье-Сибирское. Наиболее удаленным пунктом, в котором ощущалось Кударинское землетрясение, является Красноярск ($\Delta=980 \text{ км}$).

Значительное землетрясение с $M (M_w)=4.8$ зарегистрировано 5 ноября в 03^h01^m в Восточном Забайкалье вблизи границы с Монголией. Оно сопровождалось усилением слабой сейсмичности в виде форшоков и афтершоков. Максимальная интенсивность сотрясений 4 балла при нем наблюдалась в селах Архангельское ($\Delta=81 \text{ км}$) и Большая Кудара ($\Delta=150 \text{ км}$).

В районе Южного Байкала, где плотность населения значительная по сравнению с другими территориями региона, для землетрясения 6 июля в 11^h50^m с $M (M_w)=4.3$ получены макросейсмические данные из 51 населенного пункта (612 электронных анкет). Максимальная интенсивность сотрясений при этом событии наблюдалась в г. Байкальске ($\Delta=34$ км) и составила 4–5 баллов.

В Муяканском хребте сейсмическая активность, по сравнению с 2019 г. [1], не спадала (21 землетрясение с $K_p \geq 8.8$). Наиболее сильное из них с $M (M_w)=4.8$ зарегистрировано 29 декабря в 00^h31^m.

На западном фланге Северо-Муйского хребта в 20 км на юго-запад от пос. Кумора 3 декабря в 12^h37^m произошло землетрясение с $M (M_w)=4.6$, сопровождавшееся усилением слабой сейсмичности с наиболее значительным афтершоком до конца года 30 декабря с $M=3.8$ ($K_p=10.9$). В связи с малой населенностью территории макросейсмические сведения имеются только для двух населенных пунктов: пос. Кумора ($\Delta=20$ км) – 5 баллов, пгт Новый Уоян ($\Delta=63$ км) – 3–4 балла.

Продолжается, несколько ослабевая по сравнению с 2019 г. [1], активизация в Икатском хребте ($\varphi=54.86^\circ N$, $\lambda=111.70^\circ E$) вблизи озер Гулонга, где за 2020 г. зарегистрировано 15 землетрясений с $M=2.9-4.3$ ($K_p=9.3-11.7$).

Стоит отметить рой землетрясений умеренных энергий на Среднем Байкале между островом Ольхон и полуостровом Святой Нос, где зарегистрировано семь событий уровня оперативного каталога с $M=2.9-3.9$ ($K_p=9.2-11.0$) с января по сентябрь 2020 года.

В целом зона Прибайкалья и Забайкалья в 2020 г. характеризуется значительной сейсмической активностью, обусловленной двумя сильными землетрясениями: Быстринским с $M (M_w)=5.6$ и Кударинским с $M (M_w)=5.5$, интенсивность сотрясений при которых достигла 6–7 баллов. Они стали наиболее сильными на территории региона за 12 лет (после Култукского землетрясения 27 августа 2008 г. с $M_w=6.3$). Преимущественный вес в годовой суммарной сейсмической энергии зоны Прибайкалья и Забайкалья в 2020 г. составляет Хубсугул-Тункинский район [11] ($\Sigma E=330 \cdot 10^{12}$ Дж) с Быстринским землетрясением 21 сентября. В пределах БРЗ минимальная сейсмичность наблюдалась в Кодаро-Удоканском районе, где суммарная сейсмическая энергия составила $\Sigma E=0.36 \cdot 10^{12}$ Дж.

Для 126 землетрясений региона Прибайкалья и Забайкалья с $M \geq 2.7$ ($K_p \geq 8.8$) в [12] помещен бюллетень региональной сети станций за 2020 г. в формате ISF, для 17 наиболее сильных из них в [13, 14] приведены решения механизмов очагов.

На рис. 1.18 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся в регионе Прибайкалья и Забайкалья в 2016–2020 гг. (по данным [1, 5]). Уровень сейсмичности региона в 2020 г. согласно шкале «СОУС'09» [15] оценен как «фоновый повышенный» за 59-летний период наблюдений (с 1962 по 2020 г.) [16].

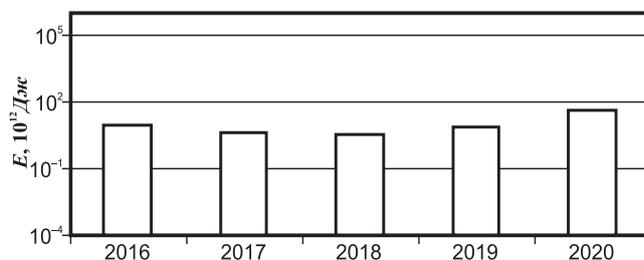


Рис. 1.18. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на территории Прибайкалья и Забайкалья в 2016–2020 гг.

Литература

1. Кобелева Е.А., Гилёва Н.А., Хамидулина О.А., Радзиминович Я.Б., Тубанов Ц.А. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения России в 2019 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. – С. 45–51.

2. *IU: Global seismograph network (GSN - IRIS/USGS)* // International Federation of Digital Seismograph Networks [Site]. – URL: <http://www.fdsn.org/networks/detail/IU/>. – Albuquerque Seismological Laboratory (ASL)/USGS.

3. *IC: New China digital seismograph network* // International Federation of Digital Seismograph Networks [Site]. – URL: <http://www.fdsn.org/networks/detail/IC/> – Albuquerque Seismological Laboratory (ASL)/USGS.

4. Гилёва Н.А., Масальский О.К., Кобелева Е.А. Результаты детального сейсмического мониторинга. Эпицентральная область Муяканской последовательности землетрясений (Бурятия) // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 103–107.

5. *2020-ER_App06_Lake-Baykal-and-Transbaykal-regions.xls* [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2020 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_20.html, свободный.

6. Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.); Меньшикова Ю.А., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Архипенко Н.С., Радзиминович Я.Б., Филиппова А.И. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 139–142.

7. База данных «Землетрясения России» [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. – URL: <http://eqru.gsras.ru>, свободный.

8. *Опрос населения* [Электронный ресурс] // БФ ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – [Иркутск: БФ ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. – URL: <http://www.seis-bykl.ru/modules.php?name=Anketa>, свободный.

9. Гилёва Н.А., Кобелева Е.А., Радзиминович Я.Б., Мельникова В.И., Чечельницкий В.В. Быстринское землетрясение 21.09.2020 г. ($M_w=5.5$) в Южном Прибайкалье: Предварительные результаты инструментальных и макросейсмических наблюдений // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2020. – Т. 47, № 4. – С. 55–71. <https://doi.org/10.21455/VIS2020.4-4>

10. Тубанов Ц.А., Санжиева Д.П.-Д., Кобелева Е.А., Предеин П.А., Цыдыпова Л.Р. Кударинское землетрясение 09.12.2020 г. ($M_w=5.5$) на озере Байкал: результаты инструментальных и макросейсмических наблюдений // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2021. – Т. 48, № 4. – С. 32–47. <https://doi.org/10.21455/VIS2021.4-2>

11. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Курушин Р.А., Масальский О.К., Шлаевская Н.С. Выделение условных районов для ежегодных обзоров сейсмичности региона Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 107–117.

12. *2020-ER_App07_BAY_bull_isf.txt* [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2020 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_20.html, свободный.

13. Габсатарова И.П., Гилёва Н.А., Малянова Л.С., Раевская А.А., Сафонов Д.А., Филиппова А.И. Механизмы очагов отдельных землетрясений России // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 184–192.

14. *2020-ER_App25_Mechanisms.xls* [Электронный ресурс]: Список приложений для ежегодника «Землетрясения России в 2020 году» // Землетрясения России [сайт]. – [Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022]. Систем. требования: MS Excel, Open Office. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_20.html, свободный.

15. Салтыков В.А. Статистическая оценка уровня сейсмичности: методика и результаты применения на примере Камчатки // Вулканология и сейсмология. – 2011. – № 2. – С. 53–59.

16. Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Поигина С.Г. Качественный анализ сейсмичности. Оценка уровня сейсмичности регионов России // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 85–91.