

## Прибайкалье и Забайкалье

<sup>1</sup>О.К. Масальский, <sup>1</sup>Н.А. Гилёва, <sup>1</sup>О.А. Хамидулина, <sup>2</sup>Ц.А. Тубанов

<sup>1</sup>Байкальский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Иркутск;

<sup>2</sup>Бурятский филиал 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 2015 г. работали десять сейсмических станций Бурятского филиала (БуФ) ФИЦ ЕГС РАН. Размещение всех станций показано на рис. 1.16, сведения о них приведены в табл. 1.15 и 1.16.

Большинство станций региона (33 из 35) оснащено короткопериодными велосиметрами СМ-3 и СМ-3КВ. На десяти станциях установлены широкополосные чувствительные велосиметры СМГ-3ЕСРСД или СМГ-40Т. 23 сейсмические станции Байкальского филиала, оснащенные акселерометрами ОСП-2М или СМГ-5Т, составляли сеть сильных движений.

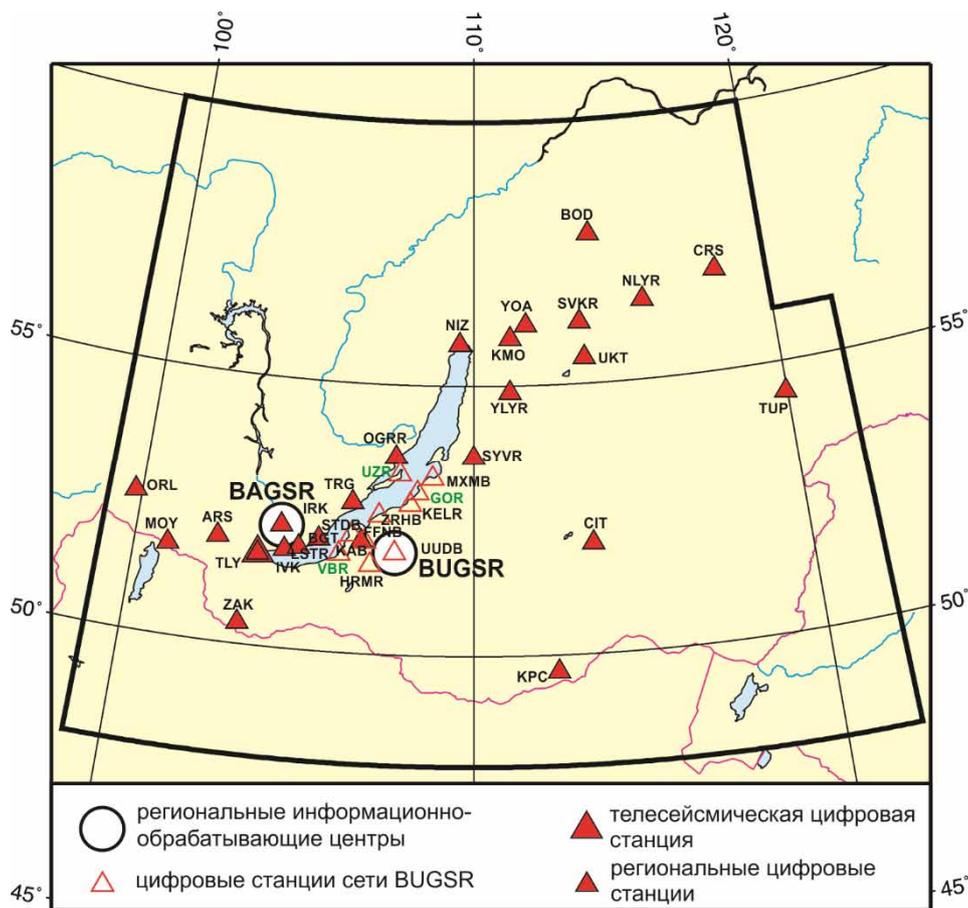


Рис. 1.16. Сейсмические станции в Прибайкалье и Забайкалье в 2015 г.

Черный шрифт – международные коды центра и станций,  
зеленый шрифт – региональные коды станций

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

№	Сейсмическая станция		Дата открытия–закрытия, (последней модернизации)	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; CMG-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, ОСП-2М+ Байкал-10; CMG-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-10
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, CMG-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; CMG-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	Н-А	21.10.1961	55.775	109.542	509	Глыбы, дресва, щебень с заполнением супесью до 5 м	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-10
13	Онгурены*	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; CMG-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
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	Тупик*	TUP	ТПК	25.11.1961	54.426	119.954	714	Пески, суглинки, галечники до 5–7 м	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11

№	Сейсмическая станция		Дата открытия–закрытия, (последней модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	Название	Код		φ, °N	λ, °E	h, м			
международный		региональный							
18	Талая* OBGSR, IMS СТВТО; BAGSR	ТLY	ТАЛ	11.11.1982	51.681	103.644	579	Глыбы, щебень, дресва до 5 м, мраморы, сланцы	STS-1, GS-13, FBA-23+ IRIS/IDA МК-8; СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11
19	Тырган*	TRG	ТРГ	20.01.1960  (05.12.2013)	52.760	106.347	593	Глыбы, дресва, гнейсы, сланцы до 10 м	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11, СМГ-3ЕСРСД
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*	YLYR	УЛХ	16.07.1989  (16.07.2012)	54.875	111.163	582	Валунно-галечные отложения до 5 м, граниты	СМ-3КВ, ОСП-2М+ Байкал-11; СМГ-3ЕСРСД
22	Уоян*	УОА	УН	21.01.1980	56.134	111.724	503	Пески, супесь до 16 м	СМ-3, ОСП-2М+МС
23	Хапчеранга*	КРС	ХПЧ	25.12.1968	49.704	112.378	1067	Алевролитовые сланцы до 50 м	СМ-3КВ, ОСП-2М+МС
24	Чара*	СРС	ЧР	11.11.1960	56.900	118.269	700	Песчано-гравийные отложения до 50 м	СМ-3, ОСП-2М+МС
25	Чита*	СIT	ЧТ	14.07.1970	52.021	113.552	759	Пески до 6 м, граниты	СМ-3, ОСП-2М+ Байкал-11

\* – на станциях установлены приборы сильных движений.

**Таблица I.16. Сведения о сейсмических станциях БуФ ФИЦ ЕГС РАН (сеть BUGSR)**

№	Сейсмическая станция		Дата открытия–закрытия (последней модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	Название	Код		φ, °N	λ, °E	h, м			
международный		региональный							
1	Горячинск	–	GOR	24.07.2011	52.986	108.285	480	Суглинки 3 м, ниже – трещиноватые скальные породы	СМ-3+ Байкал-7HR
2	Заречье	ZRNB	ZRH	01.12.1999 (02.11.2011)	52.545	107.159	480	Валуны, галька, суглинки до 10 м	СМ-3+ Байкал-112 (Ангара)
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 (26.04.2012)	53.263	108.745	510	Осадочные породы, суглинки	СМГ-40Т+ Байкал-7HR
5	Степной Дворец	STDB	STD	01.08.1999 (06.11.2008) (22.04.2011)	52.169	106.366	458	Осадочные отложения не менее 2 км	СМГ-40Т+ Иркут; СМ-3+ Байкал-7HR
6	Сухой Ручей	–	VBR	22.03.2012	51.798	106.015	478	Суглинисто-гравийные породы	СМ-3+ Байкал-7HR

№	Сейсмическая станция		Дата открытия–закрытия (последней модернизации)	Координаты и высота над уровнем моря			Подпочва	Тип оборудования	
	Название	Код		φ, °N	λ, °E	h, м			
		международный							региональный
7	Узур	–	UZR	18.03.2011 (06.07.2011)	53.323	107.741	480	Скальные породы	СМ-3+ Байкал-112 (Ангара)
8	Улан-Удэ	UUDB	UUD	17.02.1996– 17.04.2002; 18.10.2006 (05.03.2015)	51.867	107.663	600	Глыбы, щебень (конгломераты)	СМ-3+ Байкал-11; СМ-3+ Байкал-8
9	Фофоново	FFNB	FFN	01.08.1999 (18.07.2013)	52.048	106.765	564	Песчаные почвы	СМ-3+ Байкал-7HR
10	Хурамша	HRMR	HRM	01.04.1997  (14.10.2008)	51.628	106.955	620	Плотные аргиллиты	СМ-3КВ+ Байкал-10; СМГ-40Т+ Иркут

Как и в предыдущие годы, в зоне Байкальского рифта (БРЗ), где происходит основное число 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. При получении параметров землетрясений в приграничных зонах использовались данные станций Алтае-Саянского, Якутского и Сахалинского филиалов ФИЦ ЕГС РАН, а также Монголии (ULN) и Китая (HIA).

Служба срочных донесений зоны Прибайкалья и Забайкалья передала данные в региональные службы МЧС о 65 землетрясениях с  $M \geq 3.9$  ( $K_P \geq 11.0$ ), среднее время подачи составило 18 минут с момента события.

2015 г. начался значительным усилением сейсмической активизации в районе Муяканского хребта, вблизи Северомуйского тоннеля трассы БАМ, начавшейся еще в апреле 2014 г. [1] (сильнейший толчок с  $M=5.5$  был зарегистрирован 23 мая 2014 г.). За первые сутки нового всплеска активности с  $09^h57^m$  3 января до  $09^h57^m$  4 января зарегистрировано 1098 землетрясений с  $K_P=5.1-13.0$ . Жители Северомуйска (~20 км от эпицентра) до конца января 2015 г. 21 раз ощущали сотрясения от 2 до 5 баллов. Можно утверждать, что за весь период инструментальных наблюдений в зоне Прибайкалья и Забайкалья сетью сейсмостанций не регистрировались такие многочисленные активизации. В связи с аномально большим количеством землетрясений Муяканской последовательности, которая продолжалась, по крайней мере, весь 2015 г., сотрудникам БФ ФИЦ ЕГС РАН невозможно было осуществить детальную сводную обработку всех сейсмических событий зоны за 2015 г., поэтому в данном ежегоднике представлен каталог только 357 наиболее сильных землетрясений года с  $M=2.7-5.1$  ( $K_P=8.8-14.0$ ) [2, 3]. Карта эпицентров землетрясений показана на рис. 1.17. Основная часть эпицентров определена с погрешностью менее 3 км.

В течение 2015 г. было зарегистрировано 51 ощутимое ( $I=2-6$  баллов) землетрясение [2, 3]. Это число более чем в два раза превышает среднее количество ощутимых толчков в год по данным за предыдущие десять лет [4]. Необходимо отметить, что большинство ощутимых землетрясений относятся к Муяканской последовательности.

Сильнейшим событием 2015 г. стало землетрясение с  $M$  ( $M_w$ )=5.1 ( $K_P=14.0$ ), произошедшее 2 сентября в  $19^h46^m$  на северо-восточном фланге Байкальской рифтовой зоны (рис. 1.17). Наблюденная интенсивность сотрясений при этом землетрясении достигала 6 баллов (село Неляты,  $\Delta=28$  км) [2, 3], что является максимальным значением за рассматриваемый период для всей зоны.

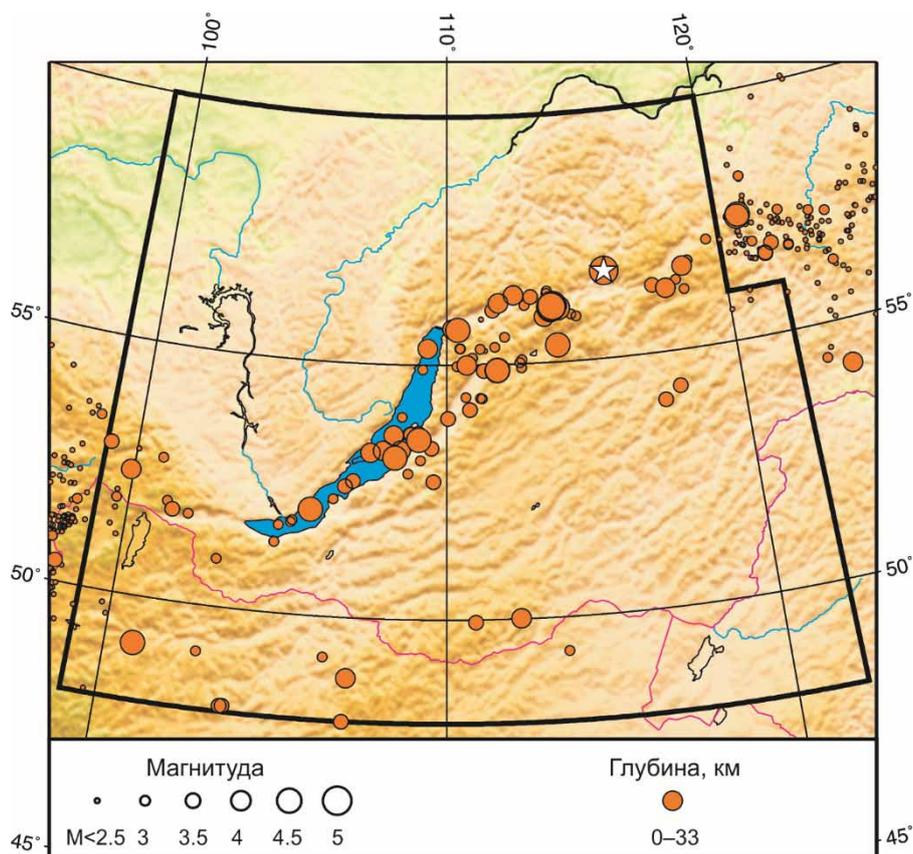


Рис. 1.17. Карта эпицентров землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2015 г.  
Звездочкой показано самое сильное землетрясение в регионе

К Муяканскому очагу ( $\varphi \sim 55.9^\circ\text{N}$ ,  $\lambda \sim 113.8^\circ\text{E}$ ) относится 231 событие (65%) каталога [2, 3] из 357. Максимальные по силе землетрясения Муяканской последовательности в 2015 г. зарегистрированы 3 января в  $12^{\text{h}}29^{\text{m}}$  с  $M$  ( $M_w$ )=5.0 и в  $12^{\text{h}}30^{\text{m}}$  с  $M$  ( $M_w$ )=5.0, а также 18 января в  $06^{\text{h}}41^{\text{m}}$  с  $M$  ( $M_w$ )=4.9. Сотрясения интенсивностью 5 баллов наблюдались в Северомуйске трижды: при землетрясениях 3 января в  $12^{\text{h}}30^{\text{m}}$ , 5 января в  $06^{\text{h}}04^{\text{m}}$  ( $M=4.6$ ) и 18 января в  $06^{\text{h}}41^{\text{m}}$  на расстояниях 18, 21 и 20 км соответственно.

С целью детальных наблюдений усилиями Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН при содействии сотрудников Восточно-Сибирской железной дороги была организована сеть из шести временных сейсмических станций (эпицентральных расстояния  $\Delta=5\text{--}35$  км), которая проработала полтора месяца (с 19 января по 5 марта 2015 г.) и зарегистрировала тысячи землетрясений с  $K_p \geq 3$  Муяканской последовательности [5–7].

В данном сборнике представлен каталог Муяканской последовательности землетрясений с представительного энергетического класса  $K_p \geq 5.6$  за период действия локальной сети 19–31 января 2015 г. ( $N=1455$ ) [5, 6]. Параметры части сейсмических событий (22 землетрясения с  $K_p=9.0\text{--}11.1$ ) присутствуют как в основном каталоге землетрясений Прибайкалья и Забайкалья [2], так и в каталоге по данным Муяканской временной сети [5], но с несколько другими параметрами локализации. Такая разница (в пределах 5 км) понятна, так как при обработке использовались разные методики, разные наборы станций, разные скоростные модели.

Кроме землетрясений Муяканской последовательности, в Байкало-Муйском районе БРЗ стоит отметить еще три значительных события с  $M$  ( $M_w$ )  $\geq 4.6$  ( $K_p \geq 13.0$ ). Это землетрясение 7 июля в  $14^{\text{h}}15^{\text{m}}$  с  $M=4.6$  в районе Акуликанской (с 2006 г. [4]) последовательности, которое ощущалось в Верхней Заимке (23 км) с интенсивностью 4–5 баллов. В Икатском хребте новый сейсмический очаг ( $\varphi \sim 54.9^\circ\text{N}$ ,  $\lambda \sim 111.75^\circ\text{E}$ ) генерировал шесть землетрясений с  $M > 3$  в течение года, два наиболее сильных из них – 25 сентября с  $M=4.7$  и 13 декабря с  $M=4.6$  – ощущались в улусе Улюнхан ( $I=3\text{--}4$  балла).

Значительным в пределах Южно-Байкальского района БРЗ стало землетрясение у восточного побережья озера Байкал 6 апреля в 07<sup>h</sup>47<sup>m</sup> с  $M$  ( $M_w$ )=4.4 ( $K_p=12.7$ ), которое в селе Горячинск (13 км) ощущалось с интенсивностью 5 баллов.

Для всех 357 землетрясений региона Прибайкалья и Забайкалья с  $M \geq 2.7$  ( $K_p \geq 8.8$ ) в [8] помещен бюллетень региональной сети станций за 2015 г. в формате ISF, для 18 из них в [9] приведены решения механизмов очагов.

На рис. 1.18 показана гистограмма суммарной сейсмической энергии, выделившейся в регионе Прибайкалья и Забайкалья в 2011–2015 гг. (по данным [1, 2]). Уровень сейсмичности региона в 2015 г. согласно шкале «СОУС'09» [10] оценен как «фоновый средний» за 54-летний период наблюдений (с 1962 по 2015 г.) [11].

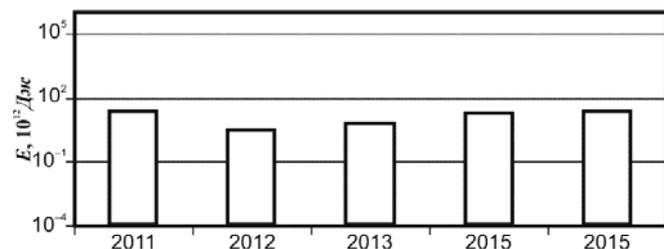


Рис. 1.18. Распределение сейсмической энергии, выделившейся на территории Прибайкалья и Забайкалья в 2011–2015 гг.

### Литература

1. Масальский О.К., Гилёва Н.А., Хайдурова Е.В., Тубанов Ц.А. Результаты сейсмического мониторинга различных регионов России. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения России в 2014 году. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 37–42.
2. Part\_IV-2015. 05\_Lake-Baykal-and-Transbaykal-regions\_2015.xls // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
3. Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.); Леонтьева Л.Р., Дреннова Г.Ф., Тигунцева Г.В., Меньшикова Ю.А., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Радзиминович Я.Б., Середкина А.И. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 125–132.
4. Электронный вариант ежегодника «Землетрясения России» // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
5. Part\_IV-2015. 15\_Muyakan-swarm-Baykal\_2015.xls // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
6. Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.), Меньшикова Ю.А., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Сенотрусова Т.Е., Павлова Л.В., Архипенко Н.С., Терёшина Е.Н., Мазаник Е.В., Инешина М.Ф., Федюшкина Я.И., Папкина А.А., Галактионова Н.Н. Каталоги землетрясений по различным регионам России. Муяканская последовательность землетрясений (Бурятия) за период с 19 по 31 января 2015 г. // Землетрясения России в 2015 году – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 174–176.
7. 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. 103–105.
8. Part\_VII-2015. Seismological-bulletins\_2015. Baykal\_Region // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – Приложение на CD-ROM.
9. Габсатарова И.П., Гилёва Н.А., Богинская Н.В., Иванова Е.И., Малянова Л.С., Сафонов Д.А., Середкина А.И. Механизмы очагов отдельных землетрясений России // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 192–201.
10. Салтыков В.А. Формализованная оценка уровня сейсмичности на примере Камчатки и Байкальского региона // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Четвертой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 178–182.
11. Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г., Воропаев П.В. Качественный анализ сейсмичности. Оценка уровня сейсмической активности регионов России // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 81–87.