

## СЕЙСМИЧНОСТЬ ПРИБАЙКАЛЬЯ и ЗАБАЙКАЛЬЯ в 2016–2017 гг.

В.И. Мельникова<sup>1,2</sup>, Н.А. Гилёва<sup>2</sup>, Я.Б. Радзиминович<sup>1,2</sup>, А.И. Филиппова<sup>3</sup>, Е.А. Кобелева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, [vimel@crust.irk.ru](mailto:vimel@crust.irk.ru)

<sup>2</sup>Байкальский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Иркутск, [nagileva@crust.irk.ru](mailto:nagileva@crust.irk.ru)

<sup>3</sup>Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, г. Москва, г. Троицк, [ale@izmiran.ru](mailto:ale@izmiran.ru)

**Аннотация.** Рассмотрен характер сейсмического процесса в Прибайкалье и Забайкалье в 2016–2017 гг. В течение этого периода здесь зарегистрировано 17869 землетрясений с  $K_p \geq 5.6$ , 95 % этих событий локализовано в Байкальской рифтовой зоне. Наиболее сильные землетрясения произошли на северо-восточном фланге Байкальского рифта 22.11.2016 г. ( $K_p=13.9$ ,  $M_w=5.0$ ) и 03.04.2017 г. ( $K_p=13.5$ ,  $M_w=4.8$ ). Ощутимые эффекты, не превышающие 5 баллов, наблюдались при 47 землетрясениях региона. Для 73 сейсмических событий ( $K_p \geq 9.4$ ) по знакам первых вступлений  $P$ -волн определены механизмы очагов, для 12 землетрясений ( $K_p \geq 11.9$ ,  $M_w \geq 4.2$ ) по амплитудным спектрам поверхностных волн с учетом региональных знаков  $P$ -волн рассчитаны тензор сейсмического момента (скалярный сейсмический момент, моментная магнитуда, механизм очага) и глубина гипоцентра. Установлено, что в 94 % случаев в очагах землетрясений с известными механизмами реализовались сбросовые и смешанные типы подвижек. В целом, период 2016–2017 гг. характеризовался умеренной сейсмической активностью.

**Ключевые слова:** сейсмичность, механизм очага землетрясения, макросейсмические данные, Байкальская рифтовая зона.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2022.25.12 **EDN:** SZUKRR

**Для цитирования:** Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Радзиминович Я.Б., Филиппова А.И., Кобелева Е.А. Сейсмичность Прибайкалья и Забайкалья в 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 137–145. DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.12. EDN: SZUKRR

**Сеть станций и инструментальные данные.** Цифровые сейсмические станции (ЦСС) Байкальского ( $N=25$ ) и Бурятского ( $N=10$ ) филиалов ФИЦ ЕГС РАН в Прибайкалье и Забайкалье в 2016–2017 гг. по сравнению с 2015 г. работали в прежнем режиме с некоторой корректировкой уровней чувствительности сейсмографов и акселерографов в короткопериодной аппаратуре (Прил. 1, 2). При необходимости для сводной обработки материалов наблюдений по стандартной методике [1] привлекались данные сейсмических станций приграничных территорий – Алтае-Саянской зоны, Якутии, Приамурья, Монголии и Китая.

В общий каталог землетрясений 2016–2017 гг. вошли параметры 17869 сейсмических событий с  $K_p \geq 5.6$  (рис. 1, табл. 1). Практически все землетрясения (95 %) произошли в Байкальской рифтовой зоне (БРЗ), при этом большая их часть локализовалась в Байкало-Муйском районе, где продолжалась сейсмическая активизация, начавшаяся в 2014 г. в Муяканском хребте [2]. Наименьшее число землетрясений, как обычно, зарегистрировано на Сибирской платформе. В настоящем выпуске журнала опубликован каталог 1805 землетрясений с  $K_p \geq 7.6$  (Прил. 3). Коэффициенты графика повторяемости для всего региона ( $\gamma = -0.500 \pm 0.015$ ) и непосредственно для БРЗ ( $\gamma = -0.506 \pm 0.007$ ) в диапазоне энергетических классов  $K_p = 7–14$  имеют практически одинаковые значения.

**Фокальные механизмы в 2016–2017 гг.** определены для 85 землетрясений с  $K_p \geq 9.1$  (Прил. 9). Большая часть решений основана на знаках первых вступлений  $P$ -волн на региональных станциях и получена с помощью программного обеспечения А.В. Ландера [3]. Для 12 событий с  $K_p \geq 11.9$  ( $M_w \geq 4.2$ ) по амплитудным спектрам поверхностных волн с учетом региональных знаков  $P$ -волн по методике, описанной в [4], рассчитан тензор сейсмического момента (ТСМ). В общей сложности, 49 % очагов землетрясений характеризовались сбросовыми смещениями, 2 % – взбросовыми, 4% – сдвиговыми и 45 % – смешанными типами подвижек (Прил. 9) (рис. 2).

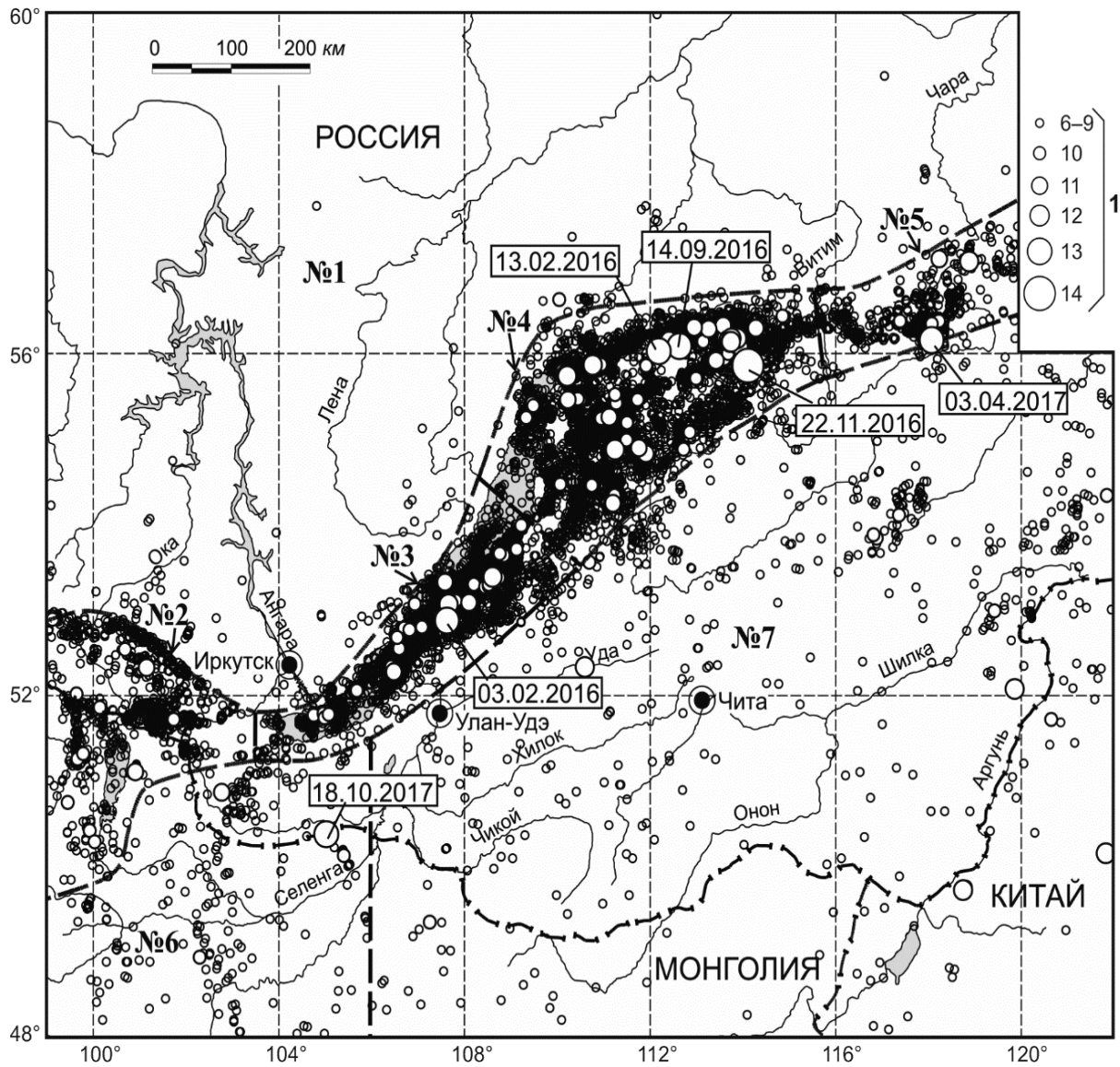


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Прибайкалья и Забайкалья ( $K_p \geq 5.6$ ) за 2016–2017 гг.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; пунктирная линия – условные границы сейсмоактивных районов региона по [5]; датами отмечены наиболее сильные землетрясения ( $M_w=4.4-5.0$ ,  $K_p=12.7-13.9$ ).

Таблица 1. Распределение количества землетрясений по энергетическим классам ( $K_p$ ) и суммарная сейсмическая энергия ( $\Sigma E$ ) по районам

Области (I–III) Районы (№№ 1–7)	$K_p$										$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж
	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
<b>I – Сибирская платформа</b>												
1 – Сибирская платформа	75	42	12	3	1	–	–	–	–	–	133	0.010
<b>II – Байкальская рифтовая зона</b>												
2 – Хубсугул-Тункинский р-н	690	283	73	21	10	2	–	–	–	–	1079	0.528
3 – Южно-Байкальский р-н	2532	976	240	68	29	5	2	1	–	–	3853	8.160
4 – Байкало-Муйский р-н	7241	2540	692	199	70	20	8	2	1	–	10773	109.814
5 – Кодаро-Удоканский р-н	763	291	118	34	7	4	1	1	–	–	1219	32.829
<b>III – Забайкальская область</b>												
6 – Западное Забайкалье	70	97	38	17	2	1	–	1	–	–	226	8.296
7 – Восточное Забайкалье	230	234	87	22	9	–	3	1	–	–	586	5.846
Всего	11601	4463	1260	364	128	32	14	6	1	–	17869	165.483

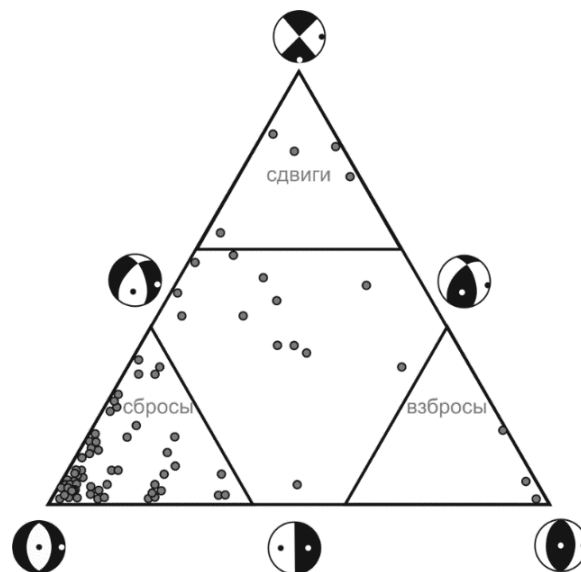


Рис. 2. Классификационная диаграмма механизмов очагов землетрясений (Прил. 9) с использованием диаграммы Frohlich [6]

Рассматривая характер сейсмического процесса в условно выделенных районах [5] региона в 2016–2017 гг., отметим следующее.

На **Сибирской платформе (район № 1)**, как указано выше, произошло наименьшее количество землетрясений с  $K_{Pmax}=9.6$  (табл. 1, рис. 1).

В **Хубсугул-Тункинском районе (№ 2)** сейсмичность представлена преимущественно слабыми толчками, поэтому годовое значение суммарной сейсмической энергии ( $\Sigma E$ ) по сравнению с другими сейсмоактивными районами невелико (табл. 1). Наиболее сильное землетрясение, произошедшее 01.11.2016 г. в 00<sup>h</sup>42<sup>m</sup> ( $K_P=11.4$ ) в горах Восточного Саяна, ощущалось в с. Орлик с интенсивностью 3–4 балла, в Иркутске – 2 балла (Прил. 11). Как обычно, эпицентры большинства землетрясений района располагались вдоль основных морфоструктур: Главного Саянского разлома, Тункинской системы впадин, а также Хубсугульской и Дархатской впадин (рис. 1).

В **Южно-Байкальском районе (№ 3)** зарегистрировано  $N=3853$  сейсмических события с  $K_P \geq 5.6$  (табл. 1). Основная их часть локализовалась в Центральном Байкале, так же, как и наиболее сильное Гремячинское землетрясение 03.02.2016 г. в 18<sup>h</sup>27<sup>m</sup> ( $K_{Pmax}=12.7$ ,  $M_W=4.8$ ) с типично рифтовым (сбросовым) фокальным механизмом (рис. 3) (Прил. 9). Пятибалльные макросейсмические эффекты при этом событии были отмечены в диапазоне эпицентральных расстояний 41–80 км в пгт Хужир, с. Заречье, с. Сухая, пос. Новый Энхэлук и с. Еланцы (Прил. 11) [7].

Гремячинское землетрясение сопровождалось одиночными форшоками и немногочисленными афтершоками ( $K_P \leq 8.5$ ) (Прил. 8). Примерно в 30 км к северу от его эпицентра в декабре 2016 г. – январе 2017 г. зарегистрирован рой землетрясений с  $K_P \leq 11.6$  ( $N \sim 260$  до конца 2017 г.). Наибольшая интенсивность колебаний 3–4 балла (Прил. 11) при этих событиях отмечена в д. Харанцы (остров Ольхон на оз. Байкал). Фокальные механизмы шести землетрясений роя показали сбросовые смещения в очагах (Прил. 9) (рис. 3).

В районе многолетней Максимихинской последовательности землетрясений, начавшейся в 2008 г. [8], продолжилась сейсмическая активность ( $K_{Pmax}=10.4$ ,  $N=260$  в течение 2016–2017 гг.). В очагах двух сейсмических событий 26.04.2016 г. ( $K_P=10.3$  и  $K_P=10.4$ ) при этом реализовались сдвиго-взбросовые и чисто сбросовые смещения (рис. 3) (Прил. 9).

Две локальные активизации с ощутимыми толчками сбросо-сдвигового типа, интенсивность которых на расстояниях  $\Delta=15$ –32 км не превышала 4–5 баллов, наблюдались вблизи юго-восточного борта Центрального Байкала (рис. 3): 02.01.2017 г. в 07<sup>h</sup>31<sup>m</sup> – с  $K_P=12.2$ ,  $M_W=4.3$  (12 афтершоков с  $K_P \leq 8.6$ ) и 25.01.2017 г. в 03<sup>h</sup>49<sup>m</sup> с  $K_P=11.1$  (11 афтершоков с  $K_P \leq 7.7$ ). Сдвиговые смещения со взбросовой компонентой установлены в очаге землетрясения 26.10.2016 г. в 10<sup>h</sup>58<sup>m</sup> ( $K_P=10.7$ ), локализованного в дельте р. Селенги (Прил. 9). В проливе Малое Море 11.12.2017 г. в 11<sup>h</sup>44<sup>m</sup> зарегистрировано землетрясение сбросового типа с  $K_P=11.0$ , сопровождавшееся тремя афтершоками ( $K_P \leq 6.7$ ), которое ощущалось в пгт Хужир ( $\Delta=21$  км) с интенсивностью в 4 балла (Прил. 11).

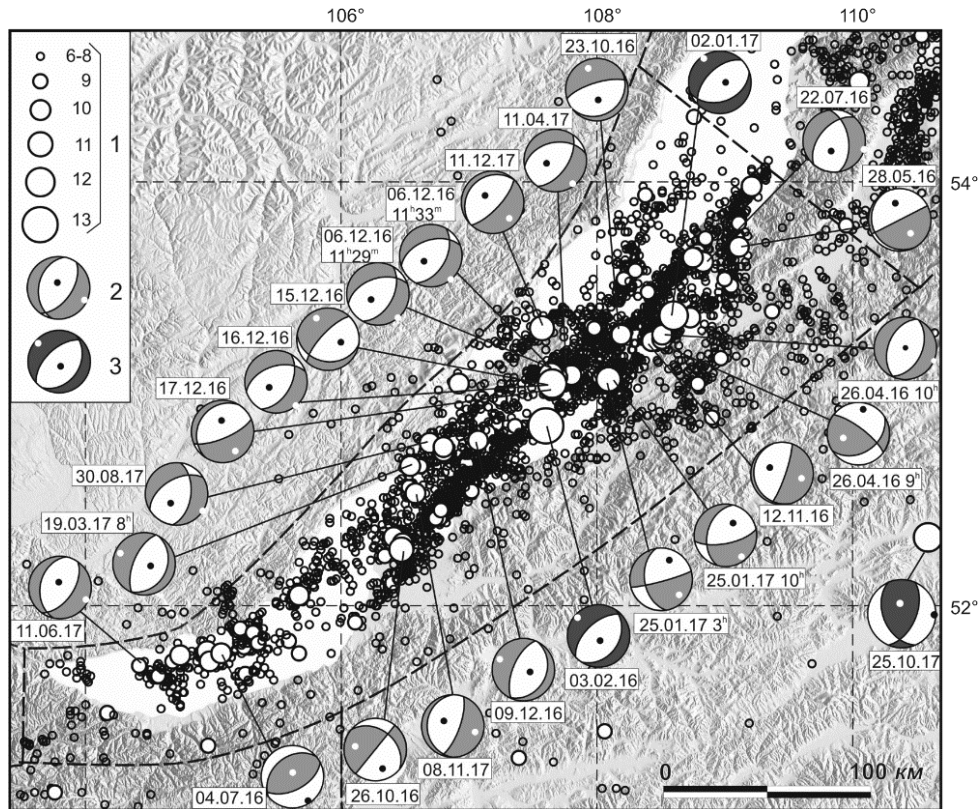


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Южно-Байкальского района (№ 3) в 2016–2017 гг.

1 – условные обозначения см. на рис. 1; 2, 3 – стереограммы фокального механизма землетрясения в проекции нижней полусферы (2 – решение получено по знакам первых вступлений  $P$ -волн, 3 – при совместной инверсии знаков первых вступлений  $P$ -волн и амплитудных спектров поверхностных волн); цифрами указаны дата и время (число, месяц, год, час, минута) землетрясения.

Большая часть суммарной сейсмической энергии (около 65 %) в регионе в 2016–2017 гг. выделилась в **Байкало-Муйском районе** (табл. 1, рис. 4). Здесь же, в Южно-Муйском хребте, 22.11.2016 г. в 11<sup>h</sup>37<sup>m</sup> ( $K_p=13.9$ ,  $M_w=5.0$ ) произошло и наиболее сильное в Прибайкалье и Забайкалье за рассматриваемый период Горбылокское землетрясение [9], в очаге которого реализовались сдвиговые с небольшой взбросовой компонентой подвижки. До конца 2017 г. в его эпицентральной зоне зарегистрировано 178 сейсмических событий с  $K_p \leq 10.0$  (Прил. 5). С наибольшей интенсивностью (4–5 баллов) это событие ощущалось в пос. Уакит, пгт Северомуйск и пгт Янчукан ( $\Delta=46\text{--}91$  км). Ощутимые сотрясения наблюдались также на расстояниях до 530 км, при этом 4-балльные эффекты были отмечены в г. Чите ( $\Delta=422$  км) и г. Шилке ( $\Delta=459$  км).

В рассматриваемый период продолжалась сейсмическая активность в районе Муяканской активизации 2014–2015 гг. [2] ( $N=1214$  с  $K_p=6.6\text{--}12.3$ , Прил. 4), эпицентральное поле которой в самом её начале разделилось на отдельные кластеры землетрясений. В ближайшем пгт Северомуйск с интенсивностью в 3–4 балла ощущались только четыре землетрясения с  $K_p=9.4\text{--}12.3$  ( $\Delta=11\text{--}18$  км) (Прил. 11). Фокальные механизмы 16 землетрясений ( $K_p \geq 9.4$ ) в районе данной последовательности показали различные простирания плоскостей разрывов в очагах, характеризующихся, преимущественно, сдвиго-сбросовыми подвижками (рис. 3) (Прил. 9). По геологическим и сейсмологическим данным в этом районе и ранее отмечалась активизация подобных локальных разнонаправленных разрывных нарушений [10].

Два заметных сейсмических события: Гонкулинское 13.02.2016 г. в 20<sup>h</sup>31<sup>m</sup> ( $K_p=13.1$ ,  $M_w=4.6$ , 15 афтершоков с  $K_p \leq 8.2$  в течение первых двух недель) и 14.09.2016 г. в 03<sup>h</sup>56<sup>m</sup> ( $K_p=12.8$ ) с интенсивностью сотрясений в ближайших населенных пунктах ( $\Delta < 65$  км), не превышающей 4 баллов (Прил. 11), произошли на северном склоне Северо-Муйского хребта. В очагах этих землетрясений реализовались близмеридиональные и близширотные плоскости разрывов со сбросовыми и сбросо-сдвиговыми смещениями (рис. 4) (Прил. 9).

В 2016–2017 гг. умеренная сейсмическая активность наблюдалась в акватории и в горном обрамлении юго-восточного борта Северного Байкала (рис. 4), где в районе Кичеро-Акуликанских землетрясений 1999–2006 гг. [11] зарегистрировано ~1200 толчков с  $K_p \geq 5.6$ . Наиболее

сильное событие, ощущавшееся с интенсивностью 3 балла в г. Нижнеангарске ( $\Delta=40$  км), произошло здесь 18.03.2016 г. в 05<sup>h</sup>53<sup>m</sup> ( $K_p=12.4$ ,  $M_w=4.6$ ). В общей сложности, в эпицентральной зоне данных сейсмических событий в очагах девяти землетрясений реализовались разнонаправленные плоскости разрывов со сбросовыми или сдвиго-сбросовыми смещениями (рис. 4), что характерно для большинства землетрясений данного района. К востоку от Кичеро-Акуликанских событий локализовано землетрясение 03.08.2016 г. в 23<sup>h</sup>28<sup>m</sup> ( $K_p=12.0$ ,  $M_w=4.2$ ) сбросового типа, ощущавшееся с интенсивностью 4 балла в пос. Кумора ( $\Delta=28$  км) (Прил. 11).

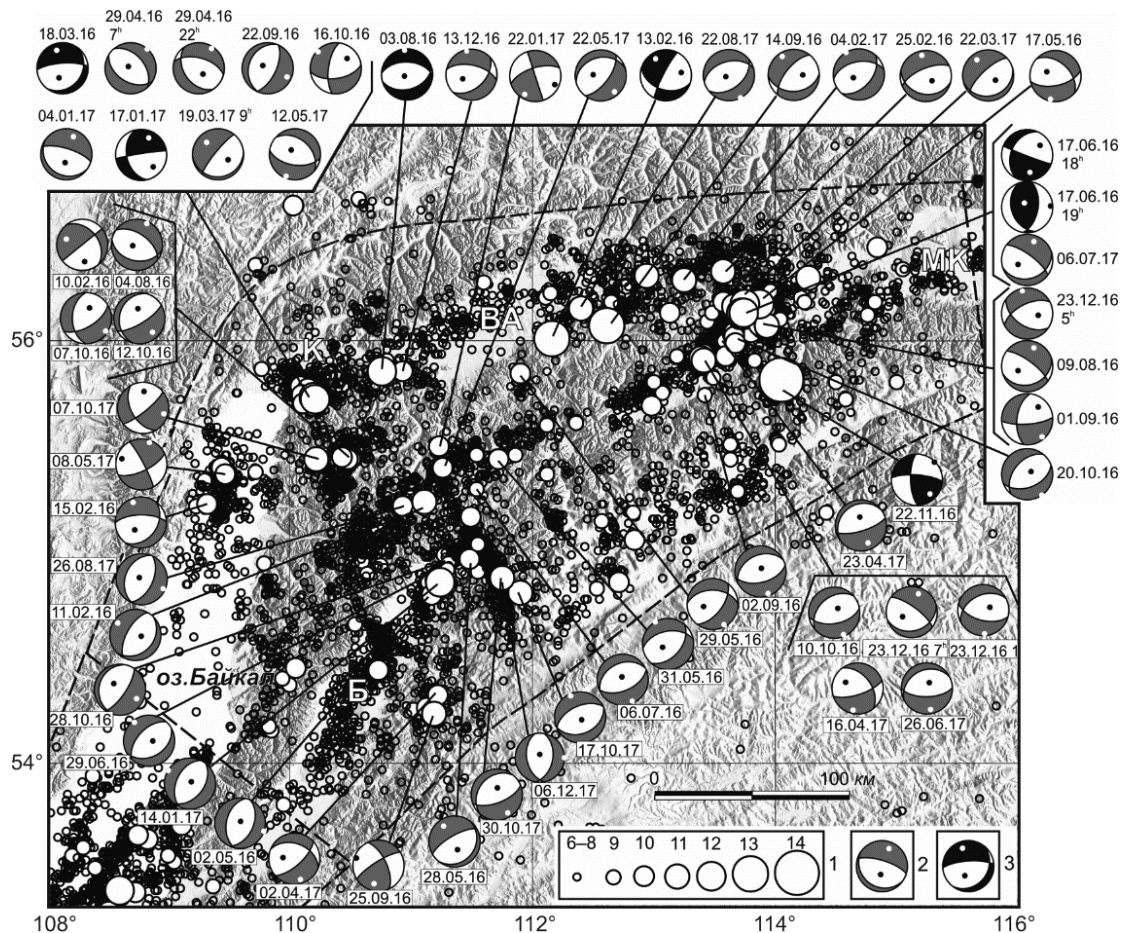


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений Байкало-Муйского района (№ 4) в 2016–2017 гг.

Условные обозначения см. на рис. 2 и 3; буквами на карте обозначены впадины рифтового типа: ВА – Верхне-Ангарская, Б – Баргузинская, МК – Муйско-Куандинская.

В Кодаро-Удоканском районе (№ 5) 03.04.2017 г. в 12<sup>h</sup>53<sup>m</sup> зарегистрировано второе по силе в регионе за 2016–2017 гг. Каларское землетрясение ( $K_p=13.5$ ,  $M_w=4.8$ ), произошедшее вблизи правого притока р. Калар [9]. В пгт Новая Чара ( $\Delta=74$  км) оно ощущалось с интенсивностью 4 балла. Схожие макросейсмические эффекты наблюдались на расстояниях 122–196 км в пос. Куанда, пгт Хани и пгт Таксимо (Прил. 11). Данное событие характеризовалось сдвиговым фокальным механизмом (рис. 4) и сопровождалось форшок-афтершоковым процессом ( $N=539$  с  $K_p \leq 11.2$ ) (Прил. 6), почти прекратившимся к концу 2017 года. Еще одно землетрясение района 01.07.2016 г. в 07<sup>h</sup>45<sup>m</sup> ( $K_p=11.6$ ), локализованное у подножья хребта Удокан, ощущалось в с. Чара с интенсивностью 3–4 балла (Прил. 11).

В Западном Забайкалье (район № 6) среди преимущественно слабых ( $K_p=5.6$ –11.5) землетрясений (рис. 1, табл. 1) выделяется событие 18.10.2017 г. в 17<sup>h</sup>46<sup>m</sup> ( $K_p=12.9$ ,  $M_w=4.4$ ), сопровождавшееся пятью афтершоками с  $K_p \leq 8.0$ . Оно произошло на территории Монголии вблизи российско-монгольской государственной границы и с наибольшей интенсивностью (4–5 баллов) ощущалось в населенных пунктах, расположенных на эпицентральных расстояниях 15–51 км (Прил. 11). Фокальный механизм землетрясения показал сдвиговую и взбросо-сдвиговую подвижки в плоскостях разрывов близширотного и близмеридионального простираний соответственно (Прил. 9).



В Восточном Забайкалье (район № 7) в 2017 г. произошли четыре заметных ( $K_p \geq 11.6$ ) землетрясения (табл. 1, рис. 1). Эпицентр наиболее сильного события 25.10.2017 г. в 07<sup>h</sup>09<sup>m</sup> ( $K_p=12.5$ ,  $M_w=4.3$ ) приурочен к верхнему течению р. Уда. Интенсивность сотрясений в 5 баллов отмечена в улусе Усть-Эгита и с. Тужинка на эпицентральных расстояниях до 4 км (Прил. 11). Фокальный механизм этого землетрясения характеризуется взбросовыми подвижками (Прил. 9), что хорошо вписывается в геодинамические особенности данного района, где доминирующую роль в сеймотектоническом деформировании земной коры играют субширотные сжимающие усилия. Макросейсмические эффекты от трех других землетрясений, произошедших на юго-востоке района, отсутствуют.

**Макросейсмические данные.** В течение 2016–2017 гг. в регионе было зарегистрировано 47 ощутимых землетрясений с эпицентрами в границах региона Прибайкалье и Забайкалье. Данные об ощутимых эффектах землетрясений в населенных пунктах (или их документально подтвержденное отсутствие) были получены в 259 случаях. В некоторых пунктах в течение рассматриваемого периода зафиксировано проявление более одного ощутимого события; таким образом, общее число уникальных точек наблюдения составляет 175. На рис. 5 представлена карта макросейсмических эффектов на территории Прибайкалья и Забайкалья, на которой отражены все пункты наблюдения с указанием максимальной зарегистрированной интенсивности сотрясений.

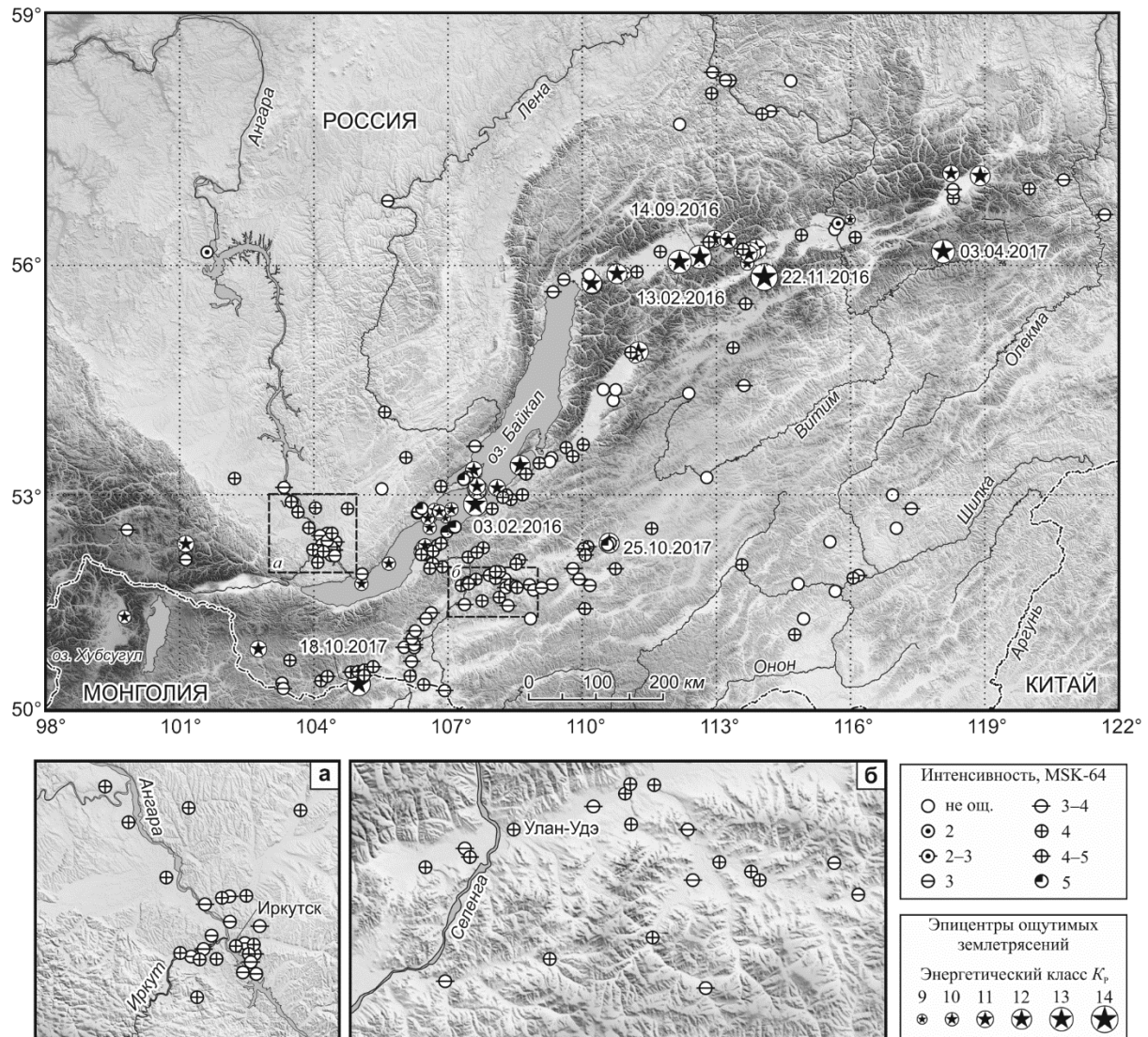


Рис. 5. Карта распределения максимальной наблюдаемой интенсивности сотрясений (в баллах шкалы MSK-64) на территории региона Прибайкалье и Забайкалье в 2016–2017 гг.

Звездочками в кружках обозначены эпицентры ощутимых землетрясений. Пунктирными рамками выделены районы Иркутской агломерации (а) и г. Улан-Удэ (б), представленные на врезках в более крупном масштабе.

**Обсуждение и заключение.** Период 2016–2017 гг. по сравнению с аномально высокой сейсмической активностью в 2015 г. характеризовался постепенным ее спадом. Годовое количество землетрясений уменьшилось почти в четыре раза, при этом выделившаяся суммарная сейсмическая энергия уменьшилась незначительно [12]. Самые сильные сейсмические события ( $M_w=4.8-5.0$ ) в рассматриваемый период произошли в Центральном Байкале и на северо-восточном фланге Байкальского рифта. Механизмы очагов этих землетрясений (сбросового и сдвигового типов соответственно) отразили сеймотектонические особенности районов их локализации.

Макросейсмические эффекты на территории региона наблюдались при 47 землетрясениях. Два из них, зарегистрированные в Южно-Байкальском ( $M_w=4.8$ ) районе и Восточном Забайкалье ( $M_w=4.3$ ), ощущались в ближайших населенных пунктах с интенсивностью 5 баллов (Прил. 11).

Решения фокальных механизмов региональных землетрясений, полученные как по знакам первых вступлений  $P$ -волн, так и при расчете ТСМ, показали, что большая часть очагов (94 %) традиционно характеризуется сбросовыми (рифтовыми) и смешанными типами подвижек.

В заключение отметим, что анализ сейсмичности региона Прибайкалье и Забайкалье в 2016–2017 гг. способствует непрерывному мониторингу высокоактивной территории Восточной Сибири, который необходим для уточнения ее сейсмической опасности.

Работа выполнена с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира», а также при поддержке РФФИ (проект № 20-05-00823).

В подготовке электронного приложения к данной статье принимали участие Н.С. Архипенко, Г.М. Бахтиярова, О.А. Борисова, Л.В. Емельянова, М.Ф. Инешина, С.А. Ковалёва, Г.В. Курилко, Н.А. Лукаш, Е.В. Мазаник, Ю.А. Меньшикова, С.В. Ныркова, А.А. Папкова, Н.В. Пестерева, М.А. Подпругина, С.Г. Пойгина, П.А. Предеин, Д.П.-Д. Санжиева, Т.Е. Сенотрусова, А.А. Ситникова, А.И. Скворцова, Е.Н. Терёшина, Я.И. Федюшкина, О.А. Хамидулина.

**Электронное приложение** App07\_Vaykal\_2016–2017 (<http://www.gsras.ru/zse/app-25.html>): 1 – Сейсмические станции Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН (BAGSR) в 2016–2017 гг.; 2 – Сейсмические станции Бурятского филиала ФИЦ ЕГС РАН (BUGSR) в 2016–2017 гг.; 3 – Каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья с  $K_p > 7.5$  за 2016–2017 гг.; 4 – Каталог землетрясений с  $K_p > 6.5$  района Муяканской последовательности в 2016–2017 гг.; 5 – Каталог афтершоков ( $K_p > 5.5$ ) Горбылокского землетрясения 22 ноября 2016 г. с  $M_w=5.0$ ,  $K_p=13.9$ ,  $I_0=7-8$ ; 6 – Каталог Каларской последовательности ( $K_p > 5.5$ ) с сильным землетрясением 3 апреля 2017 г. с  $M_w=4.8$ ,  $K_p=13.5$ ,  $I_0=7$ ; 7 – Каталог афтершоков ( $K_p > 5.5$ ) Гонкулинского землетрясения 13 февраля 2016 г. с  $M_w=4.6$ ,  $K_p=13.1$ ,  $I_0=7$ ; 8 – Каталог форшоков и афтершоков ( $K_p > 5.5$ ) Гремячинского землетрясения 3 февраля 2016 г. с  $M_w=4.8$ ,  $K_p=12.7$ ,  $I_0=6-7$ ; 9 – Механизмы очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2016–2017 гг.; 10 – Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2016–2017 гг.; 11 – Макросейсмические эффекты ощутимых землетрясений в населенных пунктах Прибайкалья и Забайкалья в 2016–2017 гг.; 12 – Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2016–2017 гг.

## Л и т е р а т у р а

1. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1988. – С. 124–135.
2. Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Филиппова А.И., Радзиминович Я.Б., Кобелева Е.А. Муяканская последовательность землетрясений в 2015 г. (Северное Прибайкалье) // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 245–257. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.24
3. Ландер А.В. Программа расчета и графического представления механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений  $P$ -волн (ФА) / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018662004 от 25 сентября 2018 г.
4. Середкина А.И., Мельникова В.И. Тензор сейсмического момента землетрясений Прибайкалья по амплитудным спектрам поверхностных волн // Физика Земли. – 2014. – № 3. – С. 103–114. doi: 10.7868/S0002333714030090
5. 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: Изд-во ФООП, 2003. – С. 107–117.

6. Frohlich C. Triangle diagrams: Ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanisms // *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. – 1992. – V. 75, N 1–3. – P. 193–198. doi: 10.1016/0031-9201(92)90130-N
7. Радзиминович Я.Б., Филиппова А.И., Гилёва Н.А., Мельникова В.И. Землетрясение 03.02.2016 г. на Среднем Байкале: очаговые параметры и макросейсмические проявления // *Геофизические процессы и биосфера*. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 143–161. doi: 10.21455/GPB2022.2-8
8. Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Радзиминович Я.Б., Середкина А.И. Максимихинское землетрясение 20 мая 2008 г. с  $K_R=14.3$ ,  $M_w=5.3$ ,  $I_0=7$  (Центральный Байкал) // *Землетрясения Северной Евразии*, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 337–345.
9. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Филиппова А.И., Радзиминович Я.Б. Сильные землетрясения Северного Прибайкалья в 2016–2017 гг. ( $M_w=5.0$  и  $M_w=4.8$ ) // *Вопросы инженерной сейсмологии*. – 2022. – Т. 49, № 2. – С. 56–73. doi: 10.21455/VIS2022.2-3
10. Геология и сейсмичность зоны БАМ. Сейсмичность / Ред. С.Л. Соловьев. – Новосибирск: Наука, СО, 1985. – 192 с.
11. Мельникова В.И., Середкина А.И., Гилёва Н.А. Пространственно-временные закономерности развития крупных сейсмических активизаций (1999–2007 гг.) в Северном Прибайкалье // *Геология и геофизика*. – 2020. – Т. 61, № 1. – С. 119–134. doi: 10.15372/gig2019103
12. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Филиппова А.И., Радзиминович Я.Б., Кобелева Е.А. Сейсмичность Прибайкалья и Забайкалья в 2015 г. // *Землетрясения Северной Евразии*. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 129–138. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.12

### ***SEISMICITY of the BAIKAL REGION and TRANSBAIKALIA in 2016–2017***

***V.I. Melnikova<sup>1,2</sup>, N.A. Gileva<sup>2</sup>, Ya.B. Radziminovich<sup>1,2</sup>, A.I. Filippova<sup>3</sup>, E.A. Kobeleva<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>*Institute of the Earth's Crust of SB RAS, Irkutsk, vimel@crust.irk.ru*

<sup>2</sup>*Baikal Branch of GS RAS, Irkutsk, nagileva@crust.irk.ru*

<sup>3</sup>*Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation of RAS, Moscow, Troitsk, ale@izmiran.ru*

**Abstract.** We consider a character of the seismic process in the Baikal region and Transbaikalia in 2016–2017. During the considered period, 17869 earthquakes with  $K_R \geq 5.6$  were registered; 95 % of these seismic events were localized in the Baikal rift zone. The largest earthquakes occurred at the north-eastern flank of the Baikal rift on November 22, 2016 ( $K_R=13.9$ ,  $M_w=5.0$ ) and April 3, 2017 ( $K_R=13.5$ ,  $M_w=4.8$ ). Felt effects, not exceeding 5, were observed for 47 regional earthquakes. Focal mechanisms were determined from *P*-wave first-motion polarities for 73 seismic events ( $K_R \geq 9.4$ ) and seismic moment tensors (scalar seismic moments, moment magnitudes, focal mechanisms) were calculated from surface wave amplitude spectra and regional *P*-wave first-motion polarities for 12 seismic events ( $K_R \geq 11.9$ ,  $M_w \geq 4.2$ ). It was found that normal faults and combined types of motions were realized in sources of 94 % of the earthquakes with the obtained focal mechanisms. In general, moderate seismic activity was observed in 2016–2017.

**Key words:** seismicity, earthquake focal mechanism, macroseismic data, Baikal rift zone.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2022.25.12 **EDN:** SZUKRR

**For citation:** Melnikova, V.I., Gileva, N.A., Radziminovich, Ya.B., Filippova, A.I., & Kobeleva, E.A. (2022). [Seismicity of the Baikal Region and Transbaikalia in 2016–2017]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 137–145. (In Russ.). DOI: 10.35540/1818-6254.2022.25.12. EDN: SZUKRR

### **R e f e r e n c e s**

1. Golenetskii, S.I. (1988). [Earthquakes of Baikal Region and Transbaikalia]. In *Zemletriaseniia v SSSR v 1985 godu* [Earthquakes in USSR in 1985] (pp. 124–135). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
2. Gileva, N.A., Melnikova, V.I., Filippova, A.I., Radziminovich, Y.B., & Kobeleva, E.A. (2021). [Muyakan earthquake sequence in 2015 (Northern Baikal Region)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 245–257. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.24
3. Lander, A.V. (2018). [The program for calculating and graphically representing the mechanisms of earthquake sources by the signs of the first arrivals of *P*-waves (FA)]. Certificate of state registration of the computer program № 2018662004. (In Russ.).



4. Seredkina, A.I., & Melnikova, V.I. (2014). Seismic moment tensor of Pribaikalye earthquakes from the surface-wave amplitude spectra. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 50(3), 403–414. doi: 10.1134/S1069351314030094
5. Melnikova, V.I., Gileva, N.A., Kurushin, R.A., Masalsky, O.K., & Shlaevskaya, N.S. (2003). [Allocation of conditional areas for annual reviews of seismicity in the Baikal and Transbaikal regions]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 1997 godu* [Earthquakes of Northern Eurasia, 1997] (pp. 107–117). Obninsk, Russia: FOP Publ. (In Russ.).
6. Frohlich, C. (1992). Triangle diagrams: Ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanisms. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 75(1–3), 193–198. doi: 10.1016/0031-9201(92)90130-N
7. Radziminovich, Ya.B., Filippova, A.I., Gileva, N.A., Melnikova, V.I. (2022). [The February 3, 2016 earthquake in the Middle Baikal region: Source parameters and macroseismic effects]. *Geofizicheskie Protsessy i Biosfera* [Geophysical Processes and Biosphere], 21(2), 143–161. (In Russ.). doi: 10.21455/GPB2022.2-8
8. Gileva, N.A., Melnikova, V.I., Radziminovich, Y.B., & Seredkina, A.I. (2014). [Maksimikha earthquake on May 20, 2008 with  $K_R=14.3$ ,  $M_W=5.3$ ,  $I_0=7$  (Central Baikal)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2008 godu* [Earthquakes of Northern Eurasia, 2008] (pp. 337–345). Obninsk, Russia: FOP Publ. (In Russ.).
9. Melnikova, V.I., Gileva, N.A., Filippova, A.I., & Radziminovich, Y.B. (2022). Strong Earthquakes in the Northern Baikal Region in 2016–2017 ( $M_W=5.0$  and  $M_W=4.8$ ). *Seismic Instruments*, 58(6), 611–625. doi: 10.3103/S074792392206010X
10. Soloviev, S.L. (1985). *Geologiya i seysmichnost' zony BAM. Seysmichnost'* [Geology and seismicity of the BAM zone. Seismicity]. Novosibirsk, Russia: Nauka Publ., 189 p. (In Russ.).
11. Melnikova, V.I., Seredkina, A.I., & Gileva, N.A. (2020). Spatio-temporal patterns of the development of strong seismic activations (1999–2007) in the Northern Baikal Area. *Russian Geology and Geophysics*, 61(1), 96–109. doi: 10.15372/RGG2019103
12. Melnikova, V.I., Gileva, N.A., Filippova, A.I., Radziminovich, Ya.B., & Kobleva, E.A. (2021). [Seismicity of Baikal and Transbaikalia in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 129–138. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.12