

## СЕЙСМИЧНОСТЬ ПРИБАЙКАЛЬЯ и ЗАБАЙКАЛЬЯ в 2015 г.

В.И. Мельникова<sup>1,2</sup>, Н.А. Гилёва<sup>2</sup>, А.И. Филиппова<sup>3</sup>, Я.Б. Радзиминович<sup>1,2</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@crust.irk.ru](mailto:ale@crust.irk.ru)

**Аннотация.** Рассмотрен характер сейсмического процесса в Прибайкалье и Забайкалье в 2015 году. Из-за резкого увеличения количества землетрясений на северо-востоке региона, в области крупной Муяканской активизации, стационарной и локальной сетями сейсмостанций в течение года зарегистрировано 36430 землетрясений ( $K_p \geq 3$ ). 53 землетрясения ощущались в населенных пунктах с интенсивностью, не превышающей 6 баллов. Наиболее сильное Таллайское землетрясение ( $K_p=14.0$ ,  $M_w=5.1$ ) произошло в Северо-Муйском хребте и сопровождалось малым количеством афтершоков. Для 118 землетрясений по знакам первых вступлений продольных волн и в результате расчета тензора сейсмического момента по данным поверхностных волн были определены механизмы очагов. Установлено, что в 49 % случаев в очагах землетрясений с известными механизмами реализовались сбросовые смещения.

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

DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.12

**Для цитирования:** 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

**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 2015 г. (рис. 1) по сравнению с прошлым годом работали в прежнем режиме, с некоторой корректировкой уровней чувствительности сейсмографов и акселерографов в короткопериодной аппаратуре [1, 2]. На станциях «Закаменск», «Монды», «Орлик», «Улунхан», «Иркутск» и «Тырган» кроме короткопериодной аппаратуры использовались также широкополосные велосиметры SMG-3 с частотным диапазоном 0.01–100 Гц. При необходимости для сводной обработки материалов наблюдений по стандартной методике [3] привлекались данные сейсмических станций приграничных территорий – Алтае-Саянской зоны, Якутии, Приамурья, Монголии и Китая.

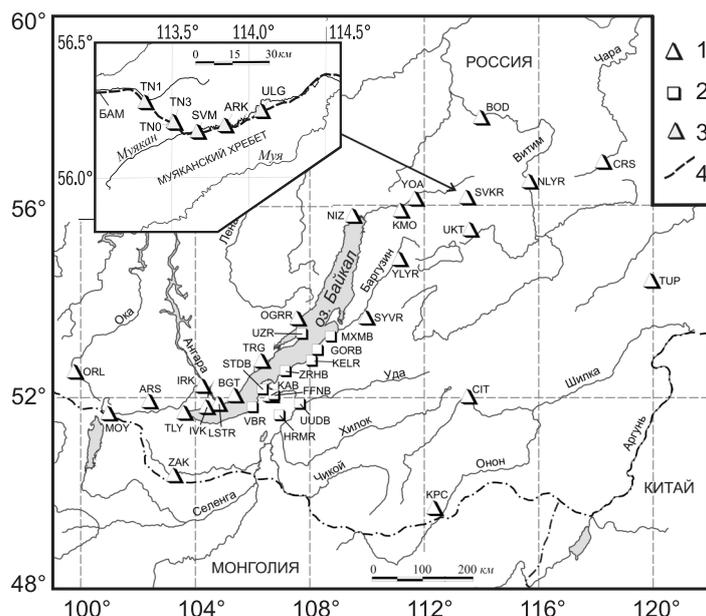


Рис. 1. Сейсмические станции Прибайкалья и Забайкалья в 2015 г.

1, 2 – сейсмические станции Байкальского и Бурятского филиалов ГС СО РАН соответственно [1, 2]; 3 – сейсмические станции локальной временной сети (на врезке) [4]; 4 – трасса БАМ

С целью детальных сейсмических наблюдений крупной активизации сейсмического процесса в районе Муяканского хребта на северо-востоке Прибайкалья Байкальским филиалом при содействии сотрудников Восточно-Сибирской железной дороги была организована сеть из шести временных сейсмических станций (эпицентральные расстояния  $\Delta=5-35$  км) [4]. За полтора месяца работы этих станций (с 19 января по 5 марта 2015 г.) было зарегистрировано несколько тысяч землетрясений Муяканской последовательности ( $K_R \geq 3$ ) [5, 6].

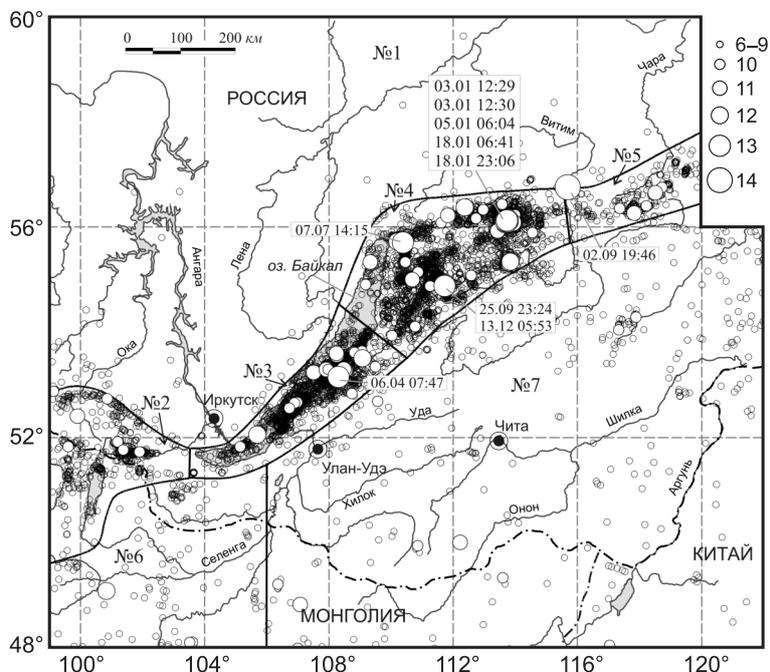


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2015 г. с  $K_R \geq 5.6$  по [7].

1 – энергетический класс  $K_R$ ; условные границы сейсмоактивных районов региона по [10]; датами отмечены наиболее сильные землетрясения ( $M_w=4.4-5.0$ ,  $K_R=12.7-14.0$ ).

В общий каталог землетрясений 2015 г. вошли параметры 36430 сейсмических событий с  $K_R \geq 3$  (рис. 2, табл. 1) [7]. 35839 землетрясений (98 %) произошли в Байкальской рифтовой зоне (БРЗ), при этом большая их часть локализована в области Муяканской серии толчков. В настоящем выпуске ежегодника опубликован каталог, состоящий из 2498 землетрясений с  $K_R \geq 7.6$  [8]. Сведения об ощутимости имеют 53 сейсмических события, при этом максимальная интенсивность сотрясений наблюдалась при самом сильном землетрясении региона (2 сентября,  $M_w=5.1$ ) и не превышала 6 баллов [9]. Коэффициенты графика повторяемости для всего региона и непосредственно для БРЗ в диапазоне энергетических классов  $K_R=7-11$  имеют одинаковые значения:  $\gamma=-0.49 \pm 0.01$ .

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

Области (I–III) Районы (№№ 1–7)	$K_R$														$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
<b>I – Сибирская платформа</b>																
1 – Сибирская платформа	–	–	–	44	30	10	2	–	–	–	–	–	–	–	86	0.003
<b>II – Байкальская рифтовая зона</b>																
2 – Хубсугул-Тункинский р-н	–	–	–	344	123	39	10	6	1	–	–	–	–	–	523	0.150
3 – Южно-Байкальский р-н	–	–	–	1865	716	137	49	16	7	2	1	–	–	–	2793	10.620
4 – Байкало-Муйский р-н	1784	8111	5502	10655	3842	1332	451	148	44	17	8	–	–	–	31894	121.627
5 – Кодаро-Удоканский р-н	–	–	–	298	225	79	19	5	2	–	–	1	–	–	629	100.222
<b>III – Забайкальская область</b>																
6 – Западное Забайкалье	–	–	–	32	62	20	9	2	–	1	–	–	–	–	126	1.041
7 – Восточное Забайкалье	–	–	–	137	162	54	16	8	2	–	–	–	–	–	379	0.423
Всего	1784	8111	5502	13375	5160	1671	556	185	56	20	9	1	–	–	36430	234.086

Комментируя табл. 1, отметим, что в Байкало-Муйском районе, благодаря многочисленной Муяканской серии толчков, количество землетрясений на 1–2 порядка выше, чем в других районах БРЗ. Наименьшее их число наблюдается на Сибирской платформе.

Механизмы очагов в 2015 г. определены для 118 землетрясений с  $K_p \geq 9.1$  [11]. Большинство решений получено по знакам первых вступлений  $P$ -волн на региональных станциях с помощью программного обеспечения А.В. Ландера [12]. Для 19 событий с  $K_p \geq 11.6$  ( $M_w \geq 4.2$ ) по амплитудным спектрам поверхностных волн с учетом региональных знаков  $P$ -волн был рассчитан тензор сейсмического момента (ТСМ) [11, 13]. В целом в регионе, как обычно, преобладающим типом смещений в очагах являются сбросы (рифтовый фокальный механизм), которые наблюдаются в 49 % полученных решений. На взбросовые и сдвиговые смещения в очагах приходится 6 % и 8 % соответственно. Остальные 37 % сейсмических событий характеризуются смешанными типами подвижек в очагах (рис. 3).

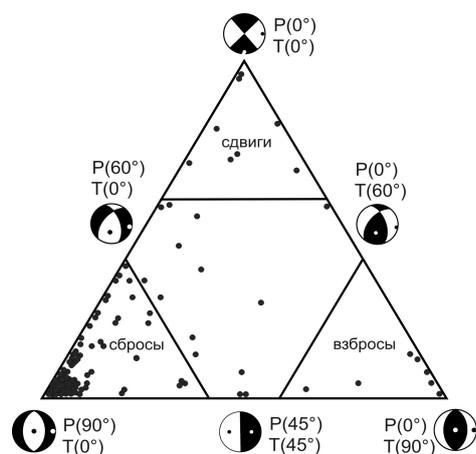


Рис. 3. Классификационная диаграмма механизмов очагов землетрясений (на основе [14], по данным [11])

Точки на диаграмме соответствуют образам фокальных механизмов землетрясений, основные типы которых представлены в стереографической проекции; выходы главных осей напряжений сжатия ( $P$ ) и растяжения ( $T$ ) обозначены черными и белыми точками соответственно; в скобках приведены значения углов погружения осей напряжений относительно горизонтальной плоскости.

Ниже приведены результаты анализа сейсмического процесса в условно выделенных районах [10] региона в 2015 году.

На **Сибирской платформе (район № 1)** зарегистрировано наименьшее количество землетрясений (табл. 1, рис. 2), энергетический уровень которых не превышал ( $K_{Pmax}=9.2$ ).

В **Хубсугул-Тункинском районе (№ 2)** сейсмичность также представлена преимущественно слабыми толчками, поэтому годовое значение суммарной сейсмической энергии ( $\Sigma E$ ) невелико (табл. 1). Наиболее сильное землетрясение, зарегистрированное 4 ноября в 18<sup>h</sup>42<sup>m</sup> ( $K_p=10.9$ ) в горах Восточного Саяна, ощущалось в с. Орлик с интенсивностью в 4 балла. Как обычно, эпицентры большинства землетрясений располагались вдоль основных морфоструктур: Главного Саянского разлома, Тункинской системы впадин, а также Хубсугульской и Дархатской впадин (рис. 2).

В **Южно-Байкальском районе (№ 3)** количество землетрясений на порядок превышало таковое в слабоактивных районах БРЗ (табл. 1). Основная их часть локализовалась в Центральном Байкале, так же, как и наиболее сильный толчок, произошедший 6 апреля в 7<sup>h</sup>47<sup>m</sup> недалеко от м. Каткова ( $K_{Pmax}=12.7$ ,  $M_w=4.4$ ) (рис. 4) и ощущавшийся в с. Горячинск ( $\Delta=19$  км) с интенсивностью в 5 баллов [9]. Это событие сопровождалось резким возрастанием и быстрым спадом количества афтершоков, большинство которых (66 %) зарегистрировано в первые сутки после него [15]. Механизм очага землетрясения имел типично рифтовый тип: в плоскостях разрывов северо-восток–юго-западного простирания реализовались сбросовые смещения [11, 13].

Еще одно заметное землетрясение со сбросовыми и сбросо-сдвиговыми смещениями в очаге [11, 13] зарегистрировано 5 сентября в 5<sup>h</sup>00<sup>m</sup> ( $K_p=12.4$ ,  $M_w=4.4$ ) восточнее п. Большое Голоустное (рис. 4). В течение последующих 10 суток в его эпицентральной области произошло десять слабых афтершоков ( $K_p=6.0-7.7$ ). С максимальной интенсивностью в 4 балла это событие ощущалось в 14 населенных пунктах ( $\Delta=20-152$  км) [9].

На перешейке полуострова Святой Нос 21 июня зарегистрированы два землетрясения: в 14<sup>h</sup>30<sup>m</sup> ( $K_p=10.9$ ) и в 14<sup>h</sup>31<sup>m</sup> ( $K_p=12.3$ ,  $M_w=4.4$ ) с одинаковыми координатами. Эти события сопровождалось небольшим количеством слабых афтершоков ( $K_p \leq 8.6$ ,  $N=33$  в течение месяца) и характеризовались рифтовыми механизмами [11, 13], при этом интенсивность сотрясений в шести ближайших населенных пунктах ( $\Delta \leq 36$  км) составила 4–5 баллов [9].

В 2015 г. продолжалась многолетняя Максимихинская последовательность землетрясений ( $N=233$  в течение года) [16]. Механизмы наиболее сильных событий 20 апреля в  $23^{\text{h}}31^{\text{m}}$  ( $K_p=11.4$ ) и 21 сентября в  $21^{\text{h}}08^{\text{m}}$  ( $K_p=10.7$ ) показали значительную сдвиговую составляющую смещений в очагах. В первом случае сдвиги сопровождалась взбросовой, во втором – сбросовой составляющей [11, 13].

В акватории Среднего Байкала произошло несколько ощутимых землетрясений. При событиях 11 января в  $21^{\text{h}}04^{\text{m}}$  ( $K_p=11.0$ ) и 11 октября в  $06^{\text{h}}37^{\text{m}}$  ( $K_p=11.1$ ) наибольшая интенсивность сотрясений (3 балла) наблюдалась в с. Онгурен ( $\Delta=43\text{--}44$  км). Землетрясение 13 июля в  $4^{\text{h}}15^{\text{m}}$  ( $K_p=11.3$ ) ощущалось в д. Харанцы ( $\Delta=34$  км) как 3–4 балльное [9]. Все перечисленные сейсмические события характеризовались рифтовыми механизмами (рис. 4). В этом же районе ( $\varphi=53.30^\circ\text{с.ш.}$ ,  $\lambda=108.30^\circ\text{в.д.}$ ) с 23 февраля по 23 марта зарегистрирована компактная группа слабых толчков ( $K_p\leq 8.8$ ,  $N=200$ ).

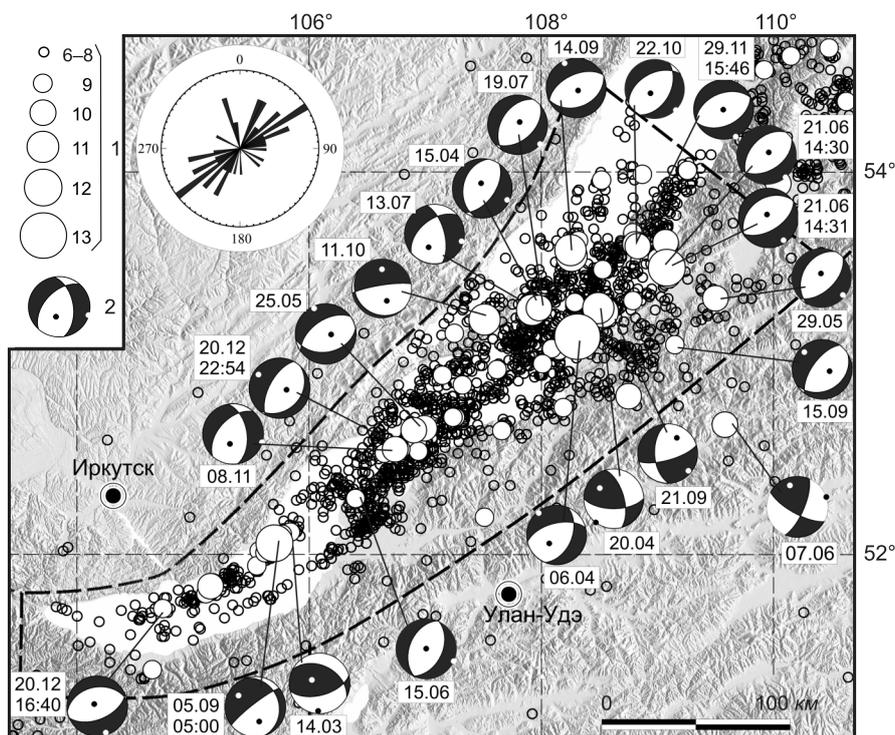


Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений Южно-Байкальского района (№ 3) в 2015 г.

1 – условные обозначения см. на рис. 2; 2 – стереограмма фокального механизма землетрясения в проекции нижней полусферы (выходы главных осей напряжений сжатия и растяжения показаны черными и белыми точками), цифрами указаны дата и время (число, месяц, час, минута) землетрясения. На врезке показана роза-диаграмма азимутального распределения возможных плоскостей разрывов в очагах.

Обобщенные данные о фокальных механизмах землетрясений Южно-Байкальского района (см. врезку к рис. 4) показывают безусловное влияние рифтового поля напряжений (простираение большинства плоскостей разрывов в очагах согласуется с ориентацией рифтовых структур, при этом смещения носят сбросовой характер), однако здесь же наблюдается и определенный азимутальный разброс плоскостей, в которых встречаются сдвиговые и взбросовые подвижки.

В Байкало-Муйском районе (№ 4) в 2015 г. произошло 88 % ( $N=31894$ ) всех землетрясений региона (табл. 1, рис. 5), что обусловлено резким увеличением количества событий в области крупнейшей за весь период инструментальных наблюдений сейсмической активизации, начало которой зарегистрировано в Муюканском хребте Северо-Муйского района БРЗ в мае 2014 г. [17]. По данным региональной и локальной сетей сейсмических станций, в 2015 г. здесь локализовано более 28 тыс. землетрясений с  $K_p\geq 3$  [6]. Очаг сильнейшего из них (3 января в  $12^{\text{h}}29^{\text{m}}$ ,  $K_p=12.9$ ,  $M_w=5.0$ ) сформировался в рифтовом поле напряжений, в то время как другие относительно сильные землетрясения ( $M_w=4.6\text{--}4.9$ ) характеризовались сдвиговыми смещениями в очагах (рис. 5) [11]. Подробные данные о Муюканских землетрясениях представлены в отдельной статье [6].

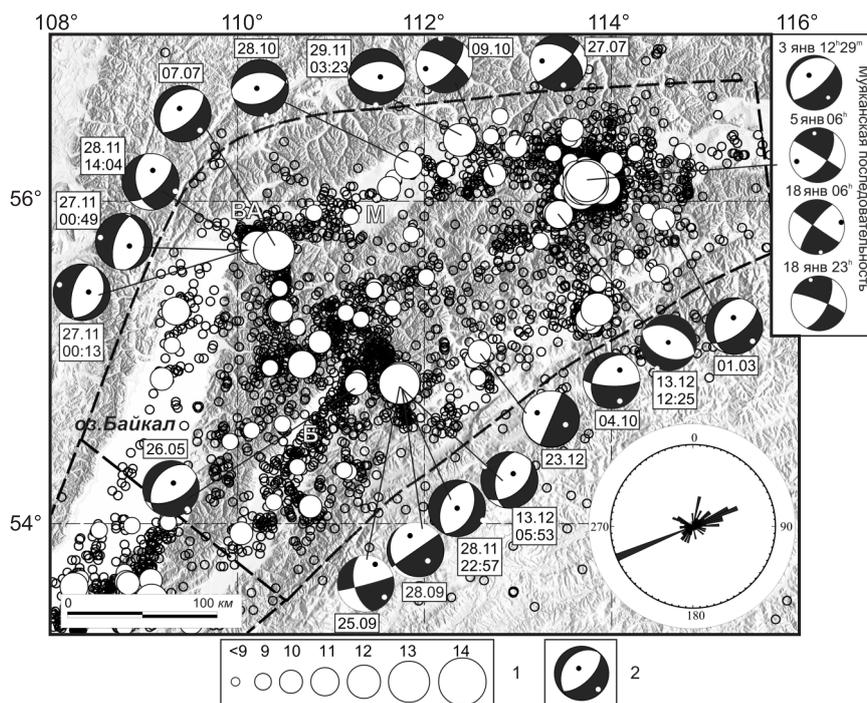


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Байкало-Муйского района (№ 4) в 2015 г.

Условные обозначения см. на рис. 2 и 4; для Муйканской серии толчков фокальные механизмы приведены только для событий с  $M_w \geq 4.6$ ; буквами на карте обозначены впадины рифтового типа: ВА – Верхне-Ангарская, Б – Баргузинская, М – Муйская. На врезке показана роза-диаграмма азимутального распределения возможных плоскостей разрывов в очагах.

После Джиргинского землетрясения 27 апреля 2014 г. с  $M_w=4.9$  (район северо-восточного окончания Баргузинской впадины) [18] в его эпицентральной области в 2015 г. наблюдался постепенно затухающий афтершоковый процесс (около 60 слабых толчков в течение года). Однако, в этом же районе вблизи озер Гулонга возник многочисленный рой из более 700 землетрясений с  $K_p=5.6-13.1$ . Два главных толчка: 25 сентября в  $23^h24^m$  ( $K_p=13.1$ ,  $M_w=4.7$ ) и 13 декабря в  $5^h53^m$  ( $K_p=13.0$ ,  $M_w=4.6$ ) имели близкие координаты эпицентра и моментные магнитуды, но разные фокальные механизмы. В первом случае очаг формировался в сдвиговом поле напряжений при субгоризонтальных осях напряжений сжатия и растяжения, во втором случае доминировало рифтовое поле напряжений (близгоризонтальное растяжение и близвертикальное сжатие) [11, 13]. При землетрясении 25 сентября интенсивность сотрясений в ближайшем населенном пункте с. Улюнхан (42–43 км) не превысила 4 баллов [9].

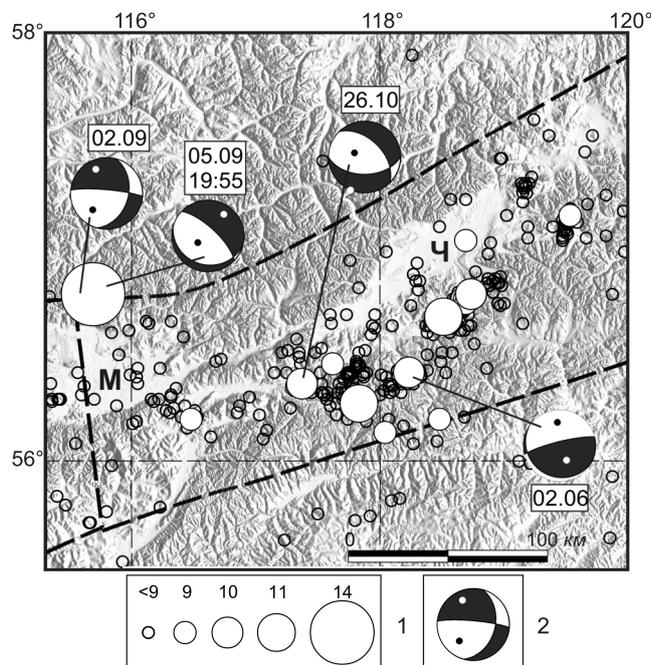
В акватории Северного Байкала наблюдались немногочисленные землетрясения ( $K_p \leq 10.8$ ), но в горном обрамлении его юго-западного борта повышенная сейсмическая активность отмечалась в нескольких локальных областях. К примеру, в районе Кичеро-Акуликанских последовательностей сейсмических событий 1999–2006 гг. [19] в течение года зарегистрировано ~180 толчков ( $K_p \leq 11.6$ ). Фокальные механизмы наиболее сильных землетрясений: 27 ноября в  $0^h13^m$  ( $K_p=10.6$ ) и в  $0^h49^m$  ( $K_p=11.6$ ), 28 ноября в  $14^h04^m$  ( $K_p=9.5$ ) показали рифтовый тип напряженно-деформированного состояния земной коры (рис. 5) [11]. К юго-востоку от Кичеро-Акуликанской активизации, у р. Верхняя Акули 7 июля в  $14^h15^m$  произошло достаточно ощутимое Верхнеакулинское землетрясение ( $K_p=13.0$ ,  $M_w=4.6$ ), характеризующееся рифтовым фокальным механизмом (рис. 5) [20]. Это событие до конца года сопровождалось ~60 афтершоками ( $K_p \leq 9.4$ ). В ближайшем населенном пункте с. Верхняя Заимка ( $\Delta=23$  км) интенсивность сотрясений составила 4–5 баллов [9]. Некоторая сейсмическая активность в 2015 г. ( $N \sim 230$  толчков с  $K_{pmax}=9.7$  в течение года) отмечалась в Баргузинском хребте, в области Томпудинского эпицентрального поля [21] и в районе Согденгдонского роя ( $N \sim 100$  толчков с  $K_p \leq 9.5$ ) [22].

В разных частях Байкало-Муйского района произошло еще несколько заметных землетрясений: 28 октября в  $23^h57^m$  с  $K_p=11.5$  (Верхнеангарская впадина), 29 ноября в  $3^h23^m$  с  $K_p=11.6$  (Делюн-Уранский хребет), 7 июля в  $12^h30^m$  с  $K_p=11.9$  (Баунтовская впадина). Фокальные механизмы двух первых событий отражали рифтовый тип разрядки напряжений в очагах (рис. 5) [11],

а интенсивность сотрясений в ближайших населенных пунктах не превышала 4 баллов [9]. Привлекает внимание также компактная группа землетрясений ( $N=220$  толчков с  $K_p \leq 10.1$  в течение года), расположенная к юго-западу от Баунтовской впадины. Очаг самого сильного сейсмического события в этой группе (4 октября в 20<sup>h</sup>40<sup>m</sup> с  $K_p=10.1$ ) формировался в рифтовом поле напряжений (рис. 5) [11].

Отметим, что возможные плоскости разрывов в очагах землетрясений Байкало-Муйского района в большинстве случаев следуют юго-запад – северо-восточной ориентации основных рифтовых структур (см. врезку к рис. 5), что подтверждает их связь с современными рифтообразующими процессами.

**В Кодаро-Удоканском районе (№ 5)** 2 сентября в 19<sup>h</sup>46<sup>m</sup> зарегистрировано наиболее сильное в регионе в 2015 г. Таллайское землетрясение ( $K_p=14.0$ ,  $M_w=5.1$ ) [23], произошедшее в междуречье р. Витим и р. Таллай в Северо-Муйском хребте (рис. 6). Наибольшая интенсивность сотрясений (6 баллов) отмечена в с. Неляты ( $\Delta=29$  км). Данное событие сопровождалось слабым афтершоковым процессом ( $N \sim 40$  с  $K_p \leq 10.3$ ), постепенно затухающим в течение 3 месяцев. В очаге Таллайского землетрясения реализовались сдвиговые и сдвиго-сбросовые смещения (рис. 6), в то время как его сильный афтершок (5 сентября в 19<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $K_p=10.3$ ) характеризовался рифтовым фокальным механизмом [11, 13].



**Рис. 6.** Карта эпицентров землетрясений Кодаро-Удоканского района (№ 5) в 2015 г.

Условные обозначения см. на рис. 2 и 4; буквами на карте обозначены впадины рифтового типа: Ч – Чарская, М – Муйская.

Эпицентр наиболее сильного события (5 апреля в 11<sup>h</sup>09<sup>m</sup> с  $K_p=11.2$ ) с единичными афтершоками локализован недалеко от границы с Монголией в 36 км к северу от с. Хапчеранга, где интенсивность сотрясений составила 3–4 балла [9].

**Обсуждение и заключение.** В 2015 г. в регионе зарегистрировано рекордное годовое число сейсмических событий (более 36 тыс.), что обусловлено реализацией в Северо-Муйском районе БРЗ крупнейшей за весь период инструментальных наблюдений Муяканской последовательности землетрясений. В то же время по выделившейся суммарной сейсмической энергии 2015 г. не является чем-то исключительным. За этот период в регионе произошло всего два сильных землетрясения: Муяканское 3 января ( $M_w=5.0$ ) и Таллайское 2 сентября ( $M_w=5.1$ ). Более того, 2015 г. по показателю  $\Sigma E=234.09 \cdot 10^{12}$  Дж заметно уступает предшествующему 2014 г. ( $\Sigma E=374.56 \cdot 10^{12}$  Дж) [22], несмотря на вчетверо большее общее количество толчков.

По числу ощутимых землетрясений 2015 г. также выделяется на фоне предшествующих лет. Всего отмечено 53 толчка, сопровождавшихся макросейсмическими проявлениями, из них

В хребте Удокан 25 октября в 09<sup>h</sup>27<sup>m</sup> произошло землетрясение умеренной силы ( $K_p=10.8$ ), сопровождавшееся афтершоками ( $N \sim 160$  с  $K_p \leq 9.4$ ) до конца года. Фокальные механизмы двух других подобных землетрясений показали разный характер разрядки напряжений в очагах (рис. 6) [11].

**В Западном Забайкалье (район № 6)** из 126 преимущественно слабых ( $K_p=5.6–10.2$ ) землетрясений (табл. 1, рис. 2) выделяется единичное событие 8 июля в 20<sup>h</sup>04<sup>m</sup> с  $K_p=12.0$ , эпицентр которого локализован на территории Монголии (верхнее течение р. Селенги). В отличие от большинства землетрясений БРЗ, очаги которых формируются в режиме растяжения, ориентированного субгоризонтально относительно плоскости земной коры, разрядка напряжений при этом событии происходила в режиме субгоризонтального сжатия, что сопровождалось взбросовыми смещениями в очаге [11, 13].

**В Восточном Забайкалье (район № 7),** как обычно, произошло умеренное количество землетрясений (табл. 1, рис. 2).

30 относятся к Муяканской последовательности землетрясений [9]. Два землетрясения Муяканской последовательности проявились с интенсивностью 5 баллов в пгт Северомуйск [6]. Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений, оцениваемая в 6 баллов, зарегистрирована при Таллайском землетрясении 2 сентября в с. Неляты ( $\Delta=29$  км) [23].

Решения фокальных механизмов показали, что большая часть очагов землетрясений сформировалась в рифтовом поле напряжений под влиянием северо-запад–юго-восточного или близмеридионального горизонтального растяжения.

В заключение необходимо отметить, что анализ сейсмичности региона Прибайкалье и Забайкалье в 2015 г. позволил получить новые данные, востребованные в работах по уточнению сейсмической опасности территории Восточной Сибири, в частности, зоны Байкало-Амурской магистрали.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (в рамках государственного задания № № 075-00576-21) и 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).

### Л и т е р а т у р а

1. Гилёва Н.А., Кобелева Е.А. (отв. сост.). Сейсмические станции Байкальского филиала ГС СО РАН (код сети BAGSR) в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
2. Санжиева Д.П.-Д., Предеин П.А. (отв. сост.). Сейсмические станции Бурятского филиала ГС СО РАН (код сети BUGSR) в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
3. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1988. – С. 124–135.
4. Гилёва Н.А., Кобелева Е.А. (отв. сост.). Сейсмические станции Муяканской временной локальной сети 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
5. Гилёва Н.А., Хритова М.А., Хамидулина О.А. Результаты локализации землетрясений Муяканской последовательности 2014–2015 гг. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы XIII Международной сейсмологической школы / Отв. редактор А.А. Мавличко. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 86–90.
6. 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
7. Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.); Меньшикова Ю.А., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Сенотрусова Т.Е., Архипенко Н.С., Павлова Л.В., Терёшина Е.Н., Мазаник Е.В., Инешина М.Ф., Федюшкина Я.И., Папкина А.А., Галактионова Н.Н. Каталог (оригинал) землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2015 г. с  $K_p \geq 3$  ( $N=36430$ ). – Иркутск: Фонды БФ ФИЦ ЕГС РАН, 2015. – 531 с.
8. Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.); Меньшикова Ю.А., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Сенотрусова Т.Е., Архипенко Н.С., Павлова Л.В., Терёшина Е.Н., Мазаник Е.В., Инешина М.Ф., Федюшкина Я.И., Папкина А.А., Галактионова Н.Н., Филиппова А.И., Радзиминович Я.Б. Каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья с  $K_p > 7.5$  за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
9. Радзиминович Я.Б., Гилёва Н.А. (отв. сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Прибайкалья и Забайкалья в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>
10. 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: ФОП, 2003. – С. 107–117.
11. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Филиппова А.И. Каталог механизмов очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html>

12. 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 года.
13. Филиппова А.И., Гилёва Н.А. Очаговые параметры сильных землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 217–225 doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.21
14. 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
15. Гилёва Н.А., Хамидулина О.А. (отв. сост.); Меньшикова Ю.А., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Емельянова Л.В., Сенотрусова Т.Е., Архипенко Н.С., Павлова Л.В., Терёшина Е.Н., Мазаник Е.В., Инешина М.Ф., Федюшкина Я.И., Папкова А.А., Галактионова Н.Н. Каталог района последовательности землетрясений ( $K_R > 5.5$ ) вблизи мыса Каткова в Среднем Байкале с сильным землетрясением 6 апреля 2015 г. с  $M_W=4.4$ ,  $K_R=12.7$ ,  $I_0=6-7$  // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – [Электронное приложение]. – URL: <http://www.ceme.gsr.ru/zse/app-24.html>
16. 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.
17. Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Середкина А.И., Радзиминович Я.Б. Муяканское-II землетрясение 23 мая 2014 г. с  $K_R=14.3$ ,  $M_W=5.5$ ,  $I_0=7-8$  (Северное Прибайкалье) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 323–333. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.33
18. Радзиминович Я.Б., Гилёва Н.А., Середкина А.И., Мельникова В.И. Джиргинское землетрясение 27 апреля 2014 г. с  $K_R=13.3$ ,  $M_W=4.9$ ,  $I_0=7$  (Северное Прибайкалье) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 307–316. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.31
19. Мельникова В.И., Середкина А.И., Гилева 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
20. Радзиминович Я.Б., Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Филиппова А.И. Сильные землетрясения Северного Прибайкалья ( $M_W=4.6-4.7$ ) в 2015 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 276–290 doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.27
21. Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Радзиминович Я.Б. Томпудинское землетрясение 4 июля 2007 г. с  $K_R=14.2$ ,  $M_W=5.4$ ,  $I_0=7-8$  (Северное Прибайкалье) // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 363–372.
22. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Середкина А.И., Масальский О.К. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 130–139. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.12
23. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Радзиминович Я.Б., Филиппова А.И. Таллайское землетрясение 2 сентября 2015 г. с  $K_R=14.0$ ,  $M_W=5.1$ ,  $I_0=7-8$  на северо-восточном фланге Байкальского рифта // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 305–313. doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.29

### SEISMICITY of BAIKAL and TRANSBAIKALIA in 2015

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

<sup>1</sup>Institute of the Earth's crust SB RAS, Irkutsk, [vimel@crust.irk.ru](mailto:vimel@crust.irk.ru)

<sup>2</sup>Baikal branch of GS RAS, Irkutsk, [nagileva@crust.irk.ru](mailto:nagileva@crust.irk.ru)

<sup>3</sup>Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere and radio wave propagation RAS, Moscow, Troitsk, [ale@crust.irk.ru](mailto:ale@crust.irk.ru)

**Abstract.** We consider the character of the seismic process in the Baikal and Transbaikalia regions in 2015. 36430 earthquakes with  $K_R \geq 3$  were recorded by seismic stations of permanent and temporary networks during the year due to the sharp increase of a number of seismic events at the north-east of the study region in the area of the large Muyakan seismic activation. 53 earthquakes were felt in the cities, towns and local settlements with an intensity not exceeding 6. The largest Tallaysk earthquake ( $K_R=14.0$ ,  $M_W=5.1$ ) occurred at the North-Muya Ridge and was followed by few aftershocks. Focal mechanisms were determined for 118 seismic events

from P-wave first-arrival polarities and based on seismic moment tensors inverted from the surface wave data. It has been found, that normal faults are realized in the sources of 49 % of earthquakes with the obtained focal mechanisms.

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

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2021.24.12

**For citation:** Melnikova, V.I., Gileva, N.A., Filippova, A.I., Radziminovich, Ya.B., & Kobeleva, 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

## References

- Gileva, N.A., & Kobeleva, E.A. (2021). [Seismic stations of the Baikal branch of the GS SB RAS (network code BAGSR) in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
- Sanzhieva, D.P.-D., & Predein, P.A. (2021). [Seismic stations of the Buryat branch of the GS SB RAS (network code BUGSR) in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
- Golenetsky, S.I. (1988). [Earthquakes in the Baikal and Transbaikalia]. In *Zemletriaseniia v SSSR v 1985 godu* [Earthquakes in the USSR in 1985] (pp. 124–135). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).
- Gileva, N.A., & Kobeleva, E.A. (2021). [Seismic stations of the Muyakan temporary local network in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
- Gileva, N.A., Khritova, M.A., & Khamidulina, O.A. (2018). [Results of localization of earthquakes of the Muyakan sequence in 2014–2015]. In *Materialy XIII Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly "Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh"* [Proceedings of the XIII International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"], (pp. 86–90). Obninsk, Russia: GS RAS. (In Russ.).
- Gileva, N.A., Melnikova, V.I., Filippova, A.I., Radziminovich, Ya.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: 10.35540/1818-6254.2021.24.11
- Gileva, N.A., Hamidulina, O.A., Menshikova, Yu.A., Drennova, G.F., Kurilko, G.V., Emelianova, L.V., Senotrusova, T.E., Arkhipenko, N.S., Pavlova, L.V., Tereshina, E.N., Mazanik, E.V., Ineshina, M.F., Fedyushkina, Ya.I., Papkova, A.A., & Galaktionova, N.N. (2015). *Katalog (original) zemletriasenii Pribaikal'ia i Zabaikal'ia za 2015 s  $K_R \geq 3$  ( $N=36430$ )* [Catalog (original) of the earthquakes of the Pribaikalye and Transbaikalia for 2015 with the  $K_R \geq 3$  ( $N=36430$ )]. Irkutsk, Russia: Funds BB GS RAS, 531 p. (In Russ.).
- Gileva, N.A., Hamidulina, O.A., Menshikova, Yu.A., Drennova, G.F., Kurilko, G.V., Emelianova, L.V., Senotrusova, T.E., Arkhipenko, N.S., Pavlova, L.V., Tereshina, E.N., Mazanik, E.V., Ineshina, M.F., Fedyushkina, Ya.I., Papkova, A.A., Galaktionova, N.N., Filippova, A.I., & Radziminovich, Ya.B. (2021). [Catalog of the earthquakes of the Lake Baykal and Transbaykal regions for 2015 with the  $K_R > 7.5$ ]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
- Radziminovich, Ya.B., & Gileva, N.A. (2021). [Macroseismic effect of felt earthquakes in the settlements of the Baikal and Transbaikalia in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
- 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 Transbaikalia regions]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 1997 godu* [Earthquakes of Northern Eurasia in 1997] (pp. 107–117). Obninsk, Russia: FOP Publ. (In Russ.).
- Melnikova, V.I., Gileva, N.A., & Filippova, A.I. (2021). [Catalog of the focal mechanisms of earthquakes of the Pribaikalye and Transbaikalia for 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
- 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 No. 2018662004, September 25, 2018.
- Filippova, A.I., & Gileva, N.A. (2021). [Source parameters of strong earthquakes occurred in the Baikal region and Transbaikalia in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 217–225. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.21

14. 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
15. Gileva, N.A., Hamidulina, O.A., Menshikova, Yu.A., Drennova, G.F., Kurilko, G.V., Emelianova, L.V., Senotrusova, T.E., Arkhipenko, N.S., Pavlova, L.V., Tereshina, E.N., Mazanik, E.V., Ineshina, M.F., Fedyushkina, Ya.I., Papkova, A.A., & Galaktionova, N.N. (2021). [Catalog of earthquakes sequence ( $K_R > 5.5$ ) near Cape Katkov in Middle Baikal with the April 6, 2015,  $M_W = 4.4$ ,  $K_R = 12.7$ ,  $I_0 = 6–7$  strong earthquake]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015). Electronic supplement. Retrieved from <http://www.ceme.gsras.ru/zse/app-24.html> (In Russ.).
16. Gileva, N.A., Melnikova, V.I., Radziminovich, Ya.B., & Seredkina, A.I. (2014). [The May 20, 2008,  $K_R = 14.3$ ,  $M_W = 5.3$ ,  $I_0 = 7$  Maksimikha earthquake (Central Baikal)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2008 godu* [Earthquakes of Northern Eurasia in 2008] (pp. 337–345). Obninsk, Russia: FOP Publ. (In Russ.).
17. Gileva, N.A., Melnikova, V.I., Seredkina, A.I., & Radziminovich, Ya.B. (2020). [Muyakan-II earthquake on May 23, 2014 with  $K_R = 14.3$ ,  $M_W = 5.5$ ,  $I_0 = 7–8$  (Northern Baikal region)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes of Northern Eurasia], 24(2015), 323–333. (In Russ.). doi:10.35540/1818-6254.2020.23.33
18. Radziminovich, Ya.B., Gileva, N.A., Seredkina, A.I., & Melnikova, V.I. (2020). [The April 27, 2014,  $M_W = 4.9$ ,  $K_R = 13.3$ ,  $I_0 = 7$  Dzhirga earthquake (North of Baikal Region)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 307–316. (In Russ.). doi:10.35540/1818-6254.2020.23.31
19. 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
20. Radziminovich, Ya.B., Melnikova, V.I., Gileva, N.A., & Filippova, A.I. (2021). [Large earthquakes at the Northern lake Baikal region ( $M_W = 4.6–4.7$ ) in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 276–290. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2021.24.27
21. Gileva, N.A., Melnikova, V.I., & Radziminovich, Ya.B. (2013). [The July 4, 2007,  $K_R = 14.2$ ,  $M_W = 5.4$ ,  $I_0 = 7–8$  Tompuda earthquake (Northern Cisbaikalia)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2007 godu* [Earthquakes of Northern Eurasia in 2007] (pp. 363–372). Obninsk, Russia: GS RAS (In Russ.).
22. Melnikova, V.I., Gileva, N.A., Seredkina, A.I., & Masalskii, O.K. (2020). [Baikal and Transbaikalia]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 130–139. (In Russ.). doi:10.35540/1818-6254.2020.23.12
23. Melnikova, V.I., Gileva, N.A., Radziminovich, Ya.B., & Filippova, A.I. (2021). [The September 2, 2015,  $K_R = 14.0$ ,  $M_W = 5.1$ ,  $I_0 = 7–8$  Tallay earthquake at the north-eastern flank of the Baikal rift]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 305–313. (In Russ.). doi: 0.35540/1818-6254.2021.24.29