

ДЖИРГИНСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 27 апреля 2014 г.

с $K_p=13.3$, $M_w=4.9$, $I_0=7$ (Северное Прибайкалье)

Я.Б. Радзиминович¹, Н.А. Гилёва², А.И. Середкина³, В.И. Мельникова¹

¹Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, ian@crust.irk.ru, vimel@crust.irk.ru

²Байкальский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Иркутск, nagileva@crust.irk.ru

³Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, г. Москва, г. Троицк, ale@crust.irk.ru

Аннотация. В статье рассмотрено Джиргинское землетрясение 27 апреля 2014 г. ($M_w=4.9$), произошедшее в районе северо-восточного окончания Баргузинской впадины. Событие является вторым по энергетическому уровню в данном районе за период инструментальных наблюдений. Землетрясение сопровождалось афтершоковой последовательностью из 75 слабых толчков, зарегистрированных до конца года. Механизм очага, определенный по записям поверхностных волн с использованием данных 13 цифровых широкополосных сейсмических станций сетей IRIS, демонстрирует сбросовую кинематику подвижки. Обе nodальные плоскости имеют северо-восточное простирание, что соответствует общему структурному плану района. Глубина очага оценивается в 19 км. Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений составила 5 баллов по шкале MSK-64 на эпицентральной дистанции 13 км. Анализ Джиргинского землетрясения позволил восполнить недостаток сейсмологической информации о рассматриваемой территории. Полученные данные могут быть использованы в работах по уточнению сейсмической опасности севера Баргузинской впадины.

Ключевые слова: землетрясение, механизм очага, глубина очага, макросейсмические данные, Баргузинская впадина.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.31

Для цитирования: Радзиминович Я.Б., Гилёва Н.А., Середкина А.И., Мельникова В.И. Джиргинское землетрясение 27 апреля 2014 г. с $K_p=13.3$, $M_w=4.9$, $I_0=7$ (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

Введение. Район северо-восточного замыкания Баргузинской впадины характеризуется относительно умеренной сейсмичностью. Сильные землетрясения регистрируются здесь довольно редко, в связи с чем для данного района ощущается недостаток как инструментальных, так и макросейсмических данных. В то же время детальное исследование сейсмичности северо-востока Баргузинской впадины и прилегающего горного обрамления может дать ценные материалы, необходимые, в свою очередь, для более ясного понимания геодинамики северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны (БРЗ), а также для более точной оценки сейсмической опасности. В этой связи относительно сильные ($K_p \geq 13$, $M \geq 4.5$) землетрясения, сопровождающиеся ощутимыми сотрясениями, представляют значительный интерес. К числу таких сейсмических событий относится рассматриваемое в данной работе землетрясение, произошедшее 27 апреля 2014 г. в $15^{\text{h}}13^{\text{m}}$ в нижнем течении р. Джирга и названное по местоположению эпицентра Джиргинским.

Инструментальные данные. Локализация Джиргинского землетрясения была выполнена по данным 35 региональных сейсмических станций (рис. 1) [1, 2] со сравнительно полным азимутальным покрытием. Пять станций находились в интервале эпицентральных расстояний $\Delta=100\text{--}200$ км; на максимальной удаленности (794 км) располагалась станция «Орлик». Гипоцентр расположен практически под сейсмостанцией «Улюнхан» ($\Delta=5$ км) на глубине 19 км.

Основные параметры главного толчка по материалам различных сейсмологических агентств представлены в табл. 1. В целом имеющиеся решения неплохо согласуются между собой: разброс в положении эпицентра не превышает 13 км (рис. 1). Исключение составляет определение агентства ВЛ, согласно которому эпицентр землетрясения значительно смещен к северо-востоку относительно прочих решений (в частности, на 19 км от MOS). Наименьшие ошибки локализации получены в агентстве ВУКЛ [3, 4].

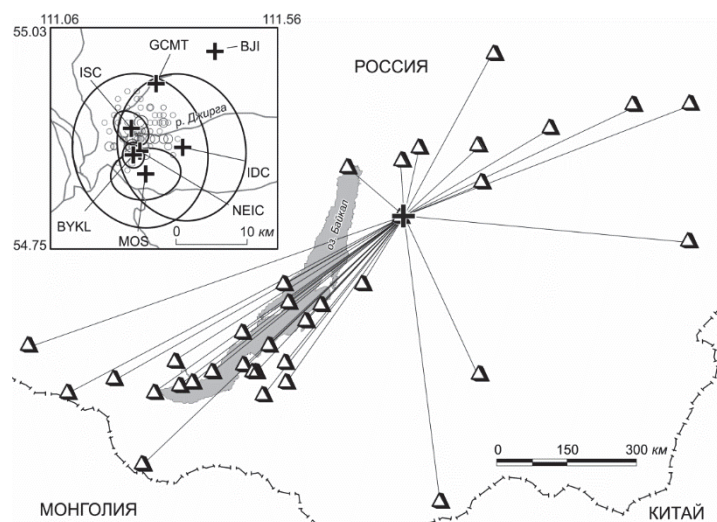


Рис. 1. Положение эпицентра Джиргинского землетрясения 27 апреля 2014 г. относительно региональных сейсмических станций, данные которых использовались при обработке материалов наблюдений (на врезке – решения эпицентра главного толчка и эллипсы горизонтальных ошибок по данным разных агентств; кружками показаны эпицентры афтершоков)

Таблица 1. Основные параметры Джиргинского землетрясения 27 апреля 2014 г. по данным различных сейсмологических агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр					h , км	δh , км	Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$					
BYKL	15 13 56.30	0.20	54.870	0.017	111.240	0.026	19	2	$K_p=(13.3\pm 0.2)/26$, $M_w=4.9/13$	[3, 4, 5]	
MOS	15 13 53.30	0.97	54.846	0.033	111.267	0.073	9	–	$M_S=4.7/20$, $M_{PSP}=5.0/71$	[6]	
EIC	15 13 54.92	1.17	54.875	0.095	111.255	0.135	10f	–	$m_b=5.1/355$	[7]	
IDC	15 13 53.39	0.39	54.879	0.091	111.348	0.129	0f	–	$m_b=4.5/30$, $M_S=4.3/36$	[7]	
GCMT	15 13 55.90	0.30	54.960	–	111.290	–	29.9	0.6	$M_w=4.9/83$	[7]	
ISC	15 13 56.38	0.48	54.903	0.018	111.236	0.031	18.5	1.82	$M_S=4.5/63$, $m_b=5.0/272$	[7]	
BJI	15 13 52.50	–	55.000	–	111.420	–	10	–	$m_b=4.6/50$	[7]	

Примечание. Расшифровка кодов агентств дана в обозначениях к настоящему ежегоднику; f – фиксированная глубина, через слэш обозначено количество используемых станций.

Вслед за Джиргинским землетрясением последовали афтершоки с $K_p=5.6-9.8$ (рис. 2 а, табл. 2), количество которых до конца года составило $N=75$ [8] (рис. 2 а). Гипоцентры большинства очагов этих землетрясений расположились в средней коре: $h=18-26$ км (рис. 2, б), при этом стандартные ошибки определений их глубин (в 55 % случаев) не превышали 4 км. Такая же точность наблюдалась при локализации эпицентров 70 % афтершоков.

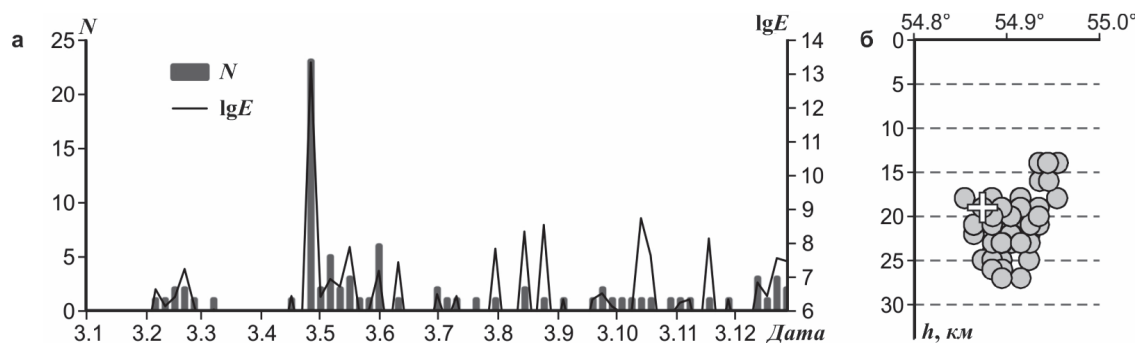


Рис. 2. Распределение количества землетрясений и значений суммарной сейсмической энергии в течение года (дата: месяц, день) для района Джиргинского землетрясения (единичный интервал – 5 суток) (а) и меридиональный разрез ($\lambda=111.25^\circ$) гипоцентрального поля афтершоков [8] (б) (крестиком обозначено положение гипоцентра главного толчка)

Таблица 2. Распределение числа землетрясений Джиргинской последовательности по энергетическим классам K_p для периода 27.04–31.12.2014 г.

Период времени	K_p								N_{Σ}
	6	7	8	9	10	11	12	13	
27.04–31.12.2014	52	10	10	1	2	–	–	1	76

Механизм очага. В качестве исходных данных для расчета тензора сейсмического момента (ТСМ) землетрясения 27 апреля 2014 г. использовались записи поверхностных волн, зарегистрированных на каналах LHZ и LHT 13 цифровых широкополосных сейсмических станций сетей IRIS на эпицентральных расстояниях 2053–6415 км (рис. 3 а). Диапазон периодов колебаний, в котором выделялась фундаментальная мода волн Рэля и Лява, составлял 25–45 с. Вычисление ТСМ проводилось по методу [9, 10], использованному при определении фокальных механизмов землетрясений Прибайкалья [11].

В результате инверсии было получено решение механизма очага (рис. 3 б), а также глубина гипоцентра $h=19$ км (рис. 3, в), скалярный сейсмический момент $M_0=2.3 \cdot 10^{16}$ Н·м, моментная магнитуда $M_w=4.9$ и значение функции нормированной невязки $\epsilon=0.222$. Сравнение полученного решения с данными GCMТ-каталога (NP1: 27°, 48°, –88°, NP2: 204°, 42°, –92°, $M_0=3.26 \cdot 10^{16}$ Н·м, $M_w=4.9$) демонстрирует хорошую согласованность результатов инверсий, выполненных различными методами. Значения глубины очага согласуются несколько хуже: по данным GCMТ-каталога гипоцентр локализован на глубине 29.9 км. Похожие несоответствия при определении глубин гипоцентров различными методами отмечались для землетрясений Прибайкалья и ранее [11]. В то же время, судя по четкому минимуму ϵ_h , оценку глубины $h=19$ км можно считать сравнительно надежной, что подтверждается также данными агентств ISC и ВУКЛ [7].

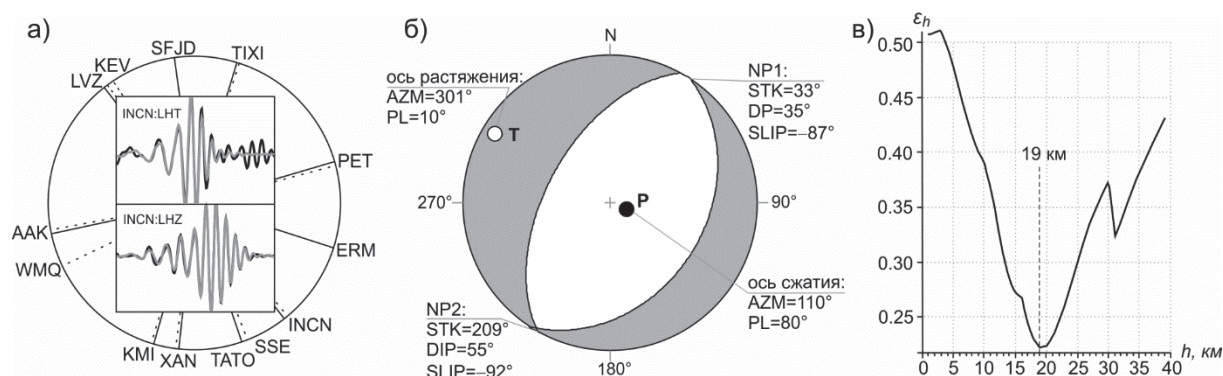


Рис. 3. а) – азимутальное распределение сейсмических станций (с международными кодами), используемых для расчета амплитудных спектров поверхностных волн (сплошные и пунктирные линии проведены к станциям, для которых выделены волны Рэля и Лява соответственно) с примером фильтрации записей станций INCN (AZM=142.57°, $\Delta=2258$ км);
 б) – механизм очага землетрясения в проекции нижней полусферы;
 в) – зависимость частной функции нормированной невязки (ϵ_h) от глубины очага

Главный толчок Джиргинской последовательности характеризуется типичным рифтовым механизмом с реализацией сбросовых подвижек по наклонным плоскостям юго-запад–северо-восточного простирания. Кроме того, по знакам первых вступлений P -волн был определен фокальный механизм афтершока 27 апреля 2014 г. в 21^h05^m ($K_p=9.8$), очаг которого также сформировался в рифтовом поле напряжений, при этом плоскости разрывов характеризовались крутым и пологим падением (рис. 4) [5]. Очевидно, данный факт не случаен, что подтверждается наличием плоскостей разрывов с аналогичным падением в очагах других землетрясений, произошедших 12 сентября 1991 г. ($K_p=13.6$) и 16 сентября 2014 г. ($K_p=10.6$). Их эпицентры были расположены приблизительно в 10 км к юго-западу от основного толчка (рис. 4).

Тектоническая позиция очага. Эпицентр Джиргинского землетрясения приурочен к северо-восточному окончанию Баргузинской впадины. Крупные магистральные разломы в непосредственной близости к эпицентру отсутствуют, тем не менее, этот район характеризуется наличием многочисленных локальных структур различной ориентации и падения [12]

(рис. 4). Это отчетливо проявляется в механизмах очагов относительно сильных землетрясений инструментального периода наблюдений, локализованных вблизи эпицентрального поля Джиргинской последовательности (рис. 4). Рассматриваемое землетрясение, как указано выше, произошло под влиянием исключительно рифтового поля напряжений, при этом его очаг связан со структурой юго-запад–северо-восточного простирания. Так или иначе, Джиргинское событие подтверждает геодинамическую активность северо-востока Баргузинской впадины, а также наличие в этом районе процессов современного разломообразования.

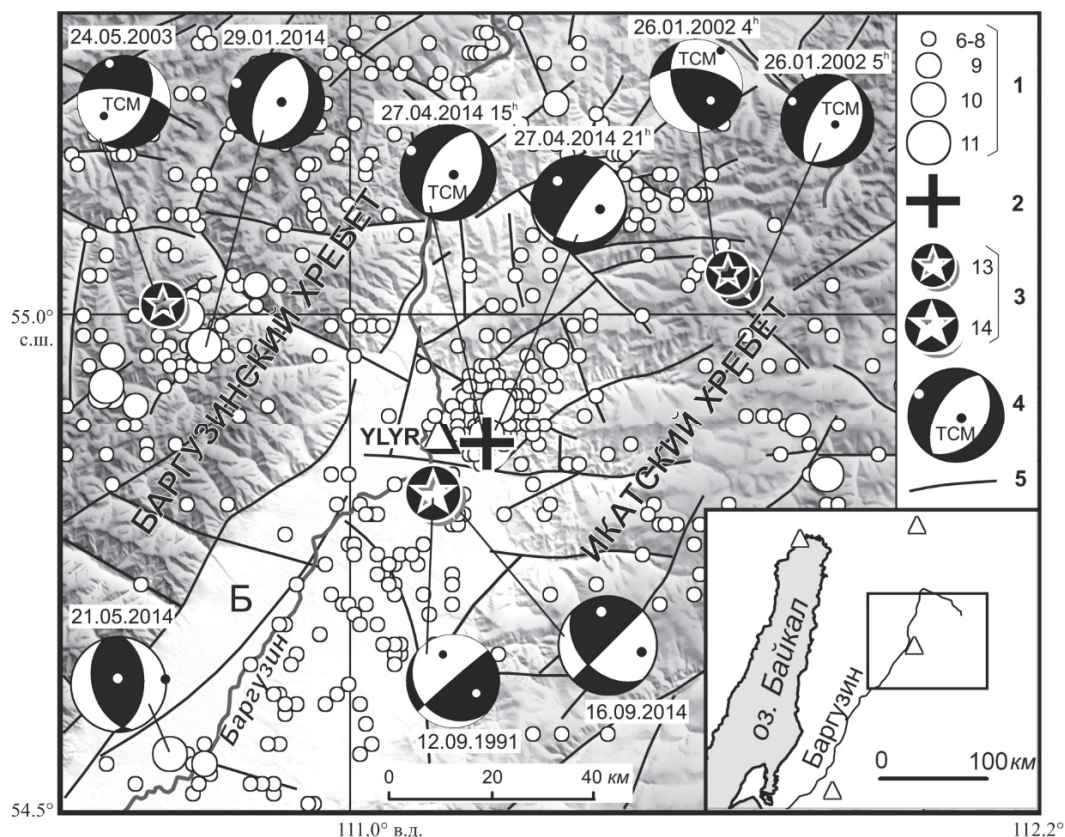


Рис. 4. Сейсмичность района Джиргинского землетрясения за инструментальный период наблюдений (1960–2014 гг.)

Эпицентры землетрясений: 1 – за 2014 г. с $K_p \geq 6$; 2 – Джиргинского землетрясения; 3 – за период инструментальных наблюдений 1960–2013 гг. с $K_p \geq 13$; 4 – диаграмма фокального механизма в проекции нижней полусферы с указанием даты (обозначение ТСМ или его отсутствие показывает, что решение получено путем расчета тензора сейсмического момента или по знакам первых вступлений P -волн); 5 – тектонические разломы по [12]; Б – Баргузинская впадина. На врезке показано местоположение рассматриваемого района по отношению к оз. Байкал и расположение ближайших сейсмических станций, обозначенных треугольниками.

Предшествующая сейсмичность. Район северо-восточного замыкания Баргузинской впадины характеризуется относительно умеренной сейсмичностью. Слабые толчки с $K_p \leq 8$ здесь довольно многочисленны, однако сильные землетрясения происходят весьма редко. Сведения о сильных или ощутимых событиях в данном районе в период, предшествующий развертыванию региональной сети сейсмологических наблюдений (до 1960 г.), полностью отсутствуют. В течение инструментального периода сейсмологических наблюдений (1960–2013 гг.) в пределах рассматриваемой территории были зарегистрированы лишь три события с $K_p = 13$ –14; количество менее сильных толчков с $K_p = 11$ –12 также невелико.

Наибольший интерес из ощутимых землетрясений прошлого представляет событие, произошедшее 12 сентября 1991 г. ($K_p = 13.6$, $M_s = 5.2$) [13], в очаге которого по крутой и пологой плоскостям разрывов осуществлялись взбросовые и сдвиговые смещения соответственно (рис. 4). Максимальные макросейсмические эффекты достигали 6 баллов в у. Улюнхан ($\Delta = 15$ км); землетрясение ощущалось с интенсивностью 5 баллов на эпицентральных расстояниях до 80 км. В качестве особенности макросейсмического поля было отмечено сравнительно равномерное

распределение интенсивности сотрясений в юго-западном и северо-восточном направлениях от эпицентра [13].

Эпицентры двух других относительно сильных землетрясений с $K_p=13.0$, произошедших 26 января 2002 г. [14] и 24 мая 2003 г. [15], локализованы в пределах горного обрамления Баргузинской впадины соответственно к северо-востоку и к северо-западу от эпицентра Джиргинского землетрясения. Объем макросейсмических данных о них в связи с малой населенностью местности невелик; известно, что максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений при этих событиях не превышала 4–5 баллов.

Макросейсмические данные. Джиргинское землетрясение произошло в сравнительно малонаселенном районе, в связи с чем сведения о его ощутимости весьма ограничены. Основная часть макросейсмических данных была собрана посредством почтовой рассылки опросных листов. Наряду с этим, информация о проявлениях землетрясения в некоторых населенных пунктах поступила от сотрудников сейсмических станций региональной сети. Эффективность использования размещенного на сайте БФ ФИЦ ЕГС РАН интерактивного опросного листа в данном случае следует признать невысокой: были получены лишь две электронные анкеты. Очевидно, это связано с относительно низкой доступностью сети Интернет в отдаленных районах Восточной Сибири.

Наибольшая интенсивность сотрясений при Джиргинском землетрясении была отмечена в улусах *Улюнхан* и *Кучегэр* на эпицентральных расстояниях 13–15 км. В помещениях наблюдалось дребезжание посуды, оконных стекол, раскачивание висячих предметов, дрожание и раскачивание мебели. Отмечено общее сильное сотрясение зданий. Очевидцы землетрясения испытывали сильный испуг; многие покидали помещения и в панике выбегали на улицу. При землетрясении был слышен подземный гул. Вместе с тем, несмотря на довольно сильные макросейсмические проявления, информация о каких-либо повреждениях зданий отсутствует. Таким образом, интенсивность сотрясений в улусах *Улюнхан* и *Кучегэр* может быть оценена не более чем в 5 баллов по шкале MSK-64 [16].

Интенсивность сотрясений, оцениваемая в 4 балла, зафиксирована на эпицентральных расстояниях от 41 до 146 км в населенных пунктах *Майский*, *Арзгун*, *Могойто*, *Сахули*, *Кумора*, *Верхняя Заимка* и *Новый Уоян*. Землетрясение было замечено большинством очевидцев, находившихся в состоянии покоя в помещениях, некоторые ощущали сотрясения на открытом воздухе. Реакция людей: пробуждение спящих, испуг. Макросейсмические эффекты сводятся к дребезжанию посуды и оконных стекол, слабому раскачиванию висячих предметов, легкому дрожанию и скрипу мебели.

В прочих населенных пунктах интенсивность сотрясений не превышала 3–4 баллов. В г. Чита землетрясение ощущалось отдельными людьми на верхних этажах зданий (при эпицентральной расстоянии $\Delta=350$ км), что позволяет оценить интенсивность сотрясений в 2 балла.

Все имеющиеся оценки интенсивности сотрясений по макросейсмическим данным приведены в табл. 3, схема типа «пункты–баллы» представлена на рис. 5. К сожалению, в силу низкой населенности данного района Восточной Сибири, а также из-за отсутствия макросейсмических сведений из пунктов, расположенных на юге Баргузинской впадины, детальный анализ макросейсмического поля Джиргинского землетрясения представляется весьма затруднительным. Можно лишь охарактеризовать распределение интенсивности сотрясений как относительно равномерное, с несколько большим затуханием в южных румбах.

Таблица 3. Макросейсмические данные о Джиргинском землетрясении 27 апреля 2014 г.

№	Пункт	Δ , км	Координаты пункта	
			φ° , N	λ° , E
5 баллов				
1	у. Улюнхан	13	54.85	111.03
2	у. Кучегэр	15	54.88	111.01
4 балла				
3	пос. Майский	41	54.59	110.82
4	у. Арзгун	64	54.38	110.70
5	с. Могойто	71	54.42	110.45
6	с. Сахули	78	54.37	110.40
7	пос. Кумора	113	55.88	111.23
8	с. Верхняя Заимка	129	55.85	110.14
9	пгт Новый Уоян	146	56.16	111.71
3–4 балла				
10	у. Алла	36	54.70	110.77
11	у. Аргада	79	54.23	110.68
12	с. Курумкан	88	54.30	110.30
13	пос. Варваринский	94	54.33	112.37
14	пгт Нижнеангарск	147	55.78	109.55
15	г. Северобайкальск	149	55.65	109.32
16	пос. Уакит	166	55.50	113.62
2 балла				
17	г. Чита	350	52.03	113.55

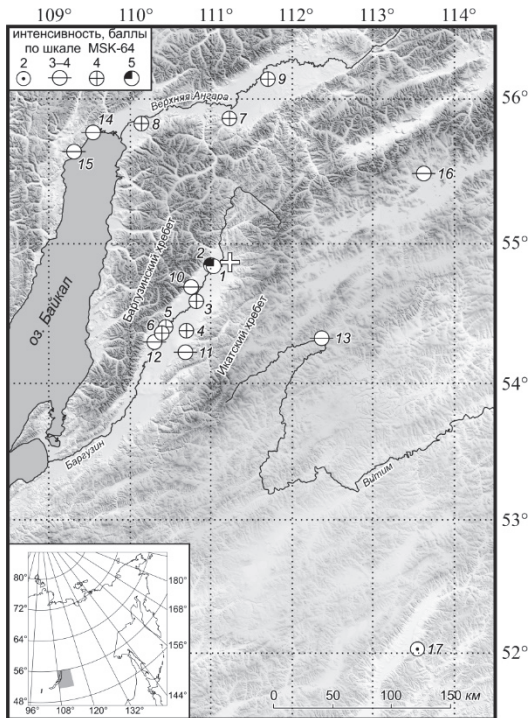


Рис. 5. Карта макросейсмических проявлений Джиргинского землетрясения. Крестиком обозначен инструментальный эпицентр. Номера пунктов соответствуют таковым в табл. 3.

На врезке серым цветом обозначено положение района исследования на Азиатском континенте

2 балла зафиксировано для пгт Нижнеангарск: при наблюдаемой интенсивности, равной 3–4 баллам, пиковое значение амплитуды ускорений составило $A_{\max}=0.9 \text{ см/с}^2$, что соответствует 2 баллам по шкале MMSK-92. На 1 балл различаются оценки интенсивности сотрясений по макросейсмическим и инструментальными данными в пос. Кумора (4 и 3 балла соответственно). Для пгт Новый Уоян и пос. Уакит соответствие оценок можно охарактеризовать как хорошее.

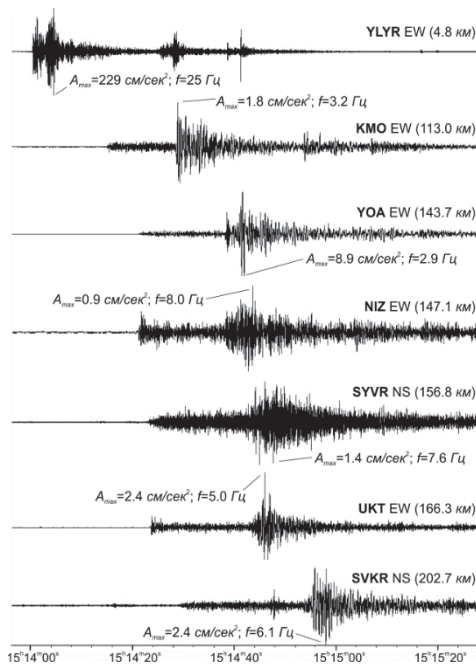


Рис. 6. Акселерограммы Джиргинского землетрясения 27 апреля 2014 г., полученные на ближайших к эпицентру сейсмических станциях БФ ФИЦ ЕГС РАН

Обсуждение. Сейсмический потенциал северо-восточного окончания Баргузинской впадины определяется магнитудой $M=7.0-7.5$ [19, 20]. Возникновение сейсмических событий со столь высокой магнитудой предполагается возможным в узкой зоне, вытянутой вдоль северо-западного борта Баргузинской впадины и соответствующей Баргузинскому разлому. Собственно впадина характеризуется существенно меньшим потенциалом со значениями магнитуд $M=5.5-6.5$ [19]. Очаг Джиргинского землетрясения расположен именно в такой области. Следовательно, энергетический уровень Джиргинского события ($M_w=4.9$) соответствует современным представлениям о сейсмической опасности данного района Байкальской рифтовой зоны. Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений

($I=5$ баллов) также не превышает значений, предусмотренных Картой общего сейсмического районирования ОСР-2016 [20].

Сбросовая кинематика смещений и юго-запад–северо-восточное простирание возможных плоскостей разрывов в очаге землетрясения 27 апреля 2014 г. соответствуют общему структурному плану района и свидетельствуют о влиянии рифтового поля напряжений на северо-восточное замыкание Баргузинской впадины. Вместе с тем в пределах данной территории в механизмах очагов других землетрясений отражаются структурные нарушения различной ориентации и кинематики смещений (рис. 4).

Джиргинское землетрясение обозначило некоторые проблемы, связанные с искажениями записей сильных движений на минимальных эпицентральных расстояниях. Зарегистрированные на сейсмической станции «Улюнхан» пиковые ускорения грунта ($A_{\max}=229 \text{ см/с}^2$) представляются существенно завышенными и не соответствующими наблюдаемым макросейсмическим эффектам ($I=5$ баллов). Это, в свою очередь, позволяет поставить вопрос о необходимости коррекции подобных искажений при обработке записей сильных землетрясений, полученных на сейсмических станциях региональной сети в случае их расположения в непосредственной близости к эпицентру.

Заключение. Джиргинское землетрясение 27 апреля 2014 г., являясь вторым по энергетическому уровню землетрясением в пределах северо-восточного замыкания Баргузинской впадины, подтверждает современную сейсмическую активность района. Землетрясение, несмотря на некоторую ограниченность макросейсмических и инструментальных данных, позволило восполнить дефицит сейсмологической информации о рассматриваемой территории. Полученные данные могут быть востребованы в работах по уточнению сейсмической опасности и оценке сейсмического риска расположенных на севере Баргузинской впадины населенных пунктов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-05-00823).

Л и т е р а т у р а

1. Гилёва Н.А., Кобелева Е.А., Масальский О.К. (отв. сост.). Сейсмические станции Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН (код сети ВУКЛ) в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
2. Тубанов Ц.А., Санжиева Д.П.-Д. (отв. сост.). Сейсмические станции Бурятского филиала ФИЦ ЕГС РАН (код сети BURS) в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020 – Приложение на CD-ROM.
3. Хайдурова Е.В., Гилёва Н.А. (отв. сост.), Леонтьева Л.Р., Анисимова Л.В., Хамидулина О.А., Меньшикова Ю.А., Дреннова Г.Ф., Тигунцева Г.В., Андрусенко Н.А., Хороших М.Б., Курилко Г.В., Дворникова В.И., Павлова Л.В., Архипенко Н.С., Терешина Е.Н., Зиброва Е.С., Борисова О.А., Федюшкина Я.И., Папкина А.А., Галактионова Н.Н. Каталог (оригинал) землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2014 г. с $K_p>5.5$ ($N=8782$). – Иркутск: Фонды БФ ФИЦ ЕГС РАН, 2014. – 149 с.
4. Гилёва Н.А., Хайдурова Е.В. (отв. сост.); Леонтьева Л.Р., Анисимова Л.В., Хамидулина О.А., Меньшикова Ю.А., Дреннова Г.Ф., Тигунцева Г.В., Андрусенко Н.А., Хороших М.Б., Курилко Г.В., Дворникова В.И., Павлова Л.В., Архипенко Н.С., Терешина Е.Н., Зиброва Е.С., Борисова О.А., Федюшкина Я.И., Папкина А.А., Галактионова Н.Н. Каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья с $K_p>7.5$ за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.) – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
5. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Середкина А.И. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.) – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020 – Приложение на CD-ROM.
6. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2014. (2020) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014
7. International Seismological Centre (2020), On-line Bulletin, <https://doi.org/10.31905/D808B830>
8. Гилёва Н.А., Хайдурова Е.В. (отв. сост.); Леонтьева Л.Р., Анисимова Л.В., Хамидулина О.А., Меньшикова Ю.А., Дреннова Г.Ф., Тигунцева Г.В., Андрусенко Н.А., Хороших М.Б., Курилко Г.В., Дворникова В.И., Павлова Л.В., Архипенко Н.С., Терешина Е.Н., Зиброва Е.С., Борисова О.А., Федюшкина Я.И., Папкина А.А., Галактионова Н.Н. Форшок и афтершоки Джиргинского землетрясения 27 апреля 2014 г. с $M_w=4.9$, $K_p=13.3$, $I_0=7$ // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.) – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020 – Приложение на CD-ROM.

9. Букчин Б.Г. Об определении параметров очага землетрясения по записям поверхностных волн в случае неточного задания характеристик среды // Известия АН СССР. Серия Физика Земли. 1989. № 9. С. 34–41.
10. Lasserre, C., Bukchin, B., Bernard, P., Tapponier, P., Gaudemer, Y., Mostinsky, A., Dailu, R. Source parameters and tectonic origin of the 1996 June 1 Tianzhu ($M_w=5.2$) and 1995 July 21 Yongen ($M_w=5.6$) earthquakes near the Haiyuan fault (Gansu, China) // Geophysical Journal International. – 2001. – V. 144. –N. 1. – P. 206–220. doi:10.1046/j.1365-246x.2001.00313.x
11. Середкина А.И., Мельникова В.И. Тензор сейсмического момента землетрясений Прибайкалья по амплитудным спектрам поверхностных волн // Физика Земли. – 2014. – № 3. – С. 103–114.
12. Лунина О.В. Цифровая карта разломов для плиоцен-четвертичного этапа развития земной коры юга Восточной Сибири и сопредельной территории Северной Монголии // Геодинамика и тектонофизика. – 2016. – Т. 7. № 3. – С. 407–434. doi:10.5800/GT-2016-7-3-0215.
13. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1991 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. – С. 39–47.
14. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 185–195.
15. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 149–158.
16. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
17. Шебалин Н.В., Аптикаев Ф.Ф. Развитие шкал типа MSK // Магнитное поле Земли: математические методы описания. Проблемы макросейсмологии (Вычислительная сейсмология; Вып. 34). – М.: Геос, 2003. – С. 210–253.
18. Чечельницкий В.В., Хритова М.А. Определение сейсмической интенсивности по инструментальным данным и архив сильных движений Прибайкалья и Забайкалья // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы XII Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. С. 322–325.
19. Сейсмогеология и детальное сейсмическое районирование Прибайкалья / Ред. В.П. Солоненко. – Новосибирск: Наука, 1981. – 168 с.
20. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации. Пояснительная записка к комплексу карт ОСР-2016 и список населенных пунктов, расположенных в сейсмоактивных зонах / Ред. В.И. Уломов, М.И. Богданов // Инженерные изыскания. – 2016. – № 7. – С. 49–121.

DZHIRGA EARTHQUAKE on April 27, 2014, $M_w=4.9$, $K_p=13.3$, $I_0=7$

(Northern Baikal Region)

Ya.B. Radziminovich¹, N.A. Gileva², A.I. Seredkina³, V.I. Melnikova¹

¹*Institute of the Earth's crust of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, ale@crust.irk.ru*

²*Pushkov Institute of terrestrial magnetism, ionosphere and radio wave propagation of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, ale@crust.irk.ru*

³*Baikal branch of Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia, nagileva@crust.irk.ru*

Abstract. We consider the April 27, 2014, $M_w=4.9$ Dzhirga earthquake, occurred within the north-eastern end of the Barguzin Depression. The event is the second one by energy level in the study area for the period of instrumental observations. The earthquake was followed by an aftershock sequence of 75 weak shocks recorded till the end of the year. The focal mechanism was determined from surface wave records from 13 digital broadband seismic stations of the IRIS networks. The obtained solution demonstrates the normal fault kinematics with both nodal planes striking north-east that corresponds to the regional fault pattern. The focal depth is estimated equal to 19 km. The maximum observed intensity was 5 points on the MSK-64 scale at the epicentral distance of 13 km. The Dzhirga earthquake analysis made it possible to fill in the lack of seismological information about the study area. The data obtained can be used for refinement of seismic hazard assessment of the north of the Barguzin Basin.

Keywords: earthquake, source mechanism, focal depth, macroseismic data, Barguzin Basin.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.31

For citation: Radziminovich, Ya.B., Gileva, N.A., Seredkina, A.I., & Melnikova, V.I. (2020). [Dzhirga earthquake on April 27, 2014 г. with $K_p=13.3$, $M_w=4.9$, $I_0=7$ (Northern Baikal region)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 307–316. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.31

References

1. Gileva, N.A., Kobeleva, E.A., & Masalskii, O.K. (2020). [Seismic stations of the Baikal Branch of GS RAS (network code BYKL) in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
2. Tubanov, Ts.A., & Sanjjeva, D.P.-D. (2020). [Seismic stations of the Buryatian Branch of GS RAS (network code BURS) in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
3. Haydurova, E.V., Gileva, N.A., Leonteva, L.R., Anisimova, L.V., Hamidulina, O.A., Menshikova, Yu.A., Drennova, G.F., Tiguntseva, G.V., Andrusenko, N.A., Horoshih, M.B., Kurilko, G.V., Dvornikova, V.I., Pavlova, L.V., Arhipenko, N.S., Tereshina, E.N., Zibrova, E.S., Borisova, O.A., Fedyushkina, Ya.I., Papkova, A.A., & Galaktionova, N.N. (2020). *Katalog (original) zemletriasenii Pribaikal'ia i Zabaikal'ia za 2014 s $K_p>5.5$ ($N=8762$)* [Catalog (original) of earthquakes of Baikal and Transbaikalia for 2014 with the $K_p>5.5$ ($N=8782$)]. Irkutsk, Russia: Funds BB GS SB RAS, 149 p. (In Russ.).
4. Gileva, N.A., Haydurova, E.V., Leonteva, L.R., Anisimova, L.V., Hamidulina, O.A., Menshikova, Yu.A., Drennova, G.F., Tiguntseva, G.V., Andrusenko, N.A., Horoshih, M.B., Kurilko, G.V., Dvornikova, V.I., Pavlova, L.V., Arhipenko, N.S., Tereshina, E.N., Zibrova, E.S., Borisova, O.A., Fedyushkina, Ya.I., Papkova, A.A., & Galaktionova, N.N. (2020). [Catalog of earthquakes of Baikal and Transbaikalia for 2014 with the $K_p>7.5$]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
5. Melnikova, V.I., Gileva, N.A., & Seredkina, A.I. (2020). [Catalog of focal mechanisms of earthquakes of Baikal and Transbaikalia for 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
6. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations, 2014. (2020). Retrieved from ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014
7. International Seismological Centre (2020). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
8. Gileva, N.A., Haydurova, E.V., Leonteva, L.R., Anisimova, L.V., Hamidulina, O.A., Menshikova, Yu.A., Drennova, G.F., Tiguntseva, G.V., Andrusenko, N.A., Horoshih, M.B., Kurilko, G.V., Dvornikova, V.I., Pavlova, L.V., Arhipenko, N.S., Tereshina, E.N., Zibrova, E.S., Borisova, O.A., Fedyushkina, Ya.I., Papkova, A.A., & Galaktionova, N.N. (2020). [Forshock and aftershocks of Dzhirga earthquake on April 27, 2014 with $M_w=4.9$, $K_p=13.3$, $I_0=7$]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
9. Bukchin, B.G. (1990). Determination of source parameters from surface wave recording allowing for uncertainties in the properties of medium. *Izvestiya of the Academy of Sciences of the USSR. Physics of the Solid Earth*, 25, 723–728.
10. Lasserre, C., Bukchin, B., Bernard, P., Tapponier, P., Gaudemer, Y., Mostinsky, A., & Dailu, R. (2001). Source parameters and tectonic origin of the 1996 June 1 Tianzhu ($M_w=5.2$) and 1995 July 21 Yongen ($M_w=5.6$) earthquakes near the Haiyuan fault (Gansu, China). *Geophysical Journal International*, 144(1), 206–220. doi:10.1046/j.1365-246x.2001.00313.x
11. Seredkina, A.I., & Melnikova, V.I. (2014). Seismic moment tensor of Pribaikal'ye earthquakes from the surface-wave amplitude spectra. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 50(3), 403–414. doi:10.1134/S1069351314030094
12. Lunina, O.V. (2016). The digital map of the Pliocene-Quaternary crustal faults in the southern East Siberia and the adjacent Northern Mongolia. *Geodynamics & Tectonophysics*, 7(3), 407–434. doi:10.5800/GT-2016-7-3-0215
13. Golenetsky, S.I. (1997). [Earthquakes of Baikal and Transbaikalia]. In *Zemletryaseniia v SSSR v 1991 godu* [Earthquakes in the USSR, 1991] (pp. 39–47). Moscow, Russia: UIPE RAS Publ. (In Russ.).
14. Melnikova, V.I., Gileva, N.A., & Masalskii, O.K. (2008). [Baikal and Transbaikalia]. In *Zemletryaseniia Severnoy Evrazii v 2002 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2002] (pp. 185–195). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).

15. Melnikova, V.I., Gileva, N.A., & Masalskii, O.K. (2008). [Baikal and Transbaikalia]. In *Zemletryaseniia Severnoy Evrazii v 2003 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2003] (pp. 149–158). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
16. Medvedev, S.V. Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaia shkala seysmicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
17. Shebalin, N.V., & Aptikaev, F.F. (2003). [Development of MSK-type scales]. In *Magnitnoye pole Zemli: matematicheskiye metody opisaniya problemy makroseysmiki (Vychislitel'naya seysmologiya; vypusk 34)* [Earth's magnetic field: mathematical methods of description problems of macroseismics (Computational seismology; Issue 34)] (pp. 210–253). Moscow, Russia: Geos Publ. (In Russ.).
18. Chechel'nitsky, V.V., & Khritova, M.A. (2018). [Determination of seismic intensity from instrumental data and archive of strong movements of Baikal and Transbaikalia]. In *Sovremennyye metody obrabotki i interpretatsii seysmologicheskikh dannykh. Materialy XII Mezhdunarodnoy seysmologicheskoy shkoly* [Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Materials of the XII International Seismological School] (pp. 322–325). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
19. Solonenko, V.P. (Ed.) (1981). *Seysmogeologiya i detal'noye seysmicheskoye rayonirovaniye Pribaykal'ya* [Seismogeology and detailed seismic zoning of the Baikal region]. Novosibirsk, Russia: Nauka Publ., 168 p. (In Russ.).
20. Ulomov, V.I., Bogdanov, M.I. (Eds.) (2016). [General seismic zoning the territory of the Russian Federation. Explanatory note to the set of OSR-2016 maps and a list of settlements located in seismically active zones]. *Inzhenernyye izyskaniia* [Engineering Survey], 7, 49–121. (In Russ.).