

III. СИЛЬНЫЕ И ОЩУТИМЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

УДК 550.348.098.32 (571.53/.55)

ТУЛГУТУНУРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 19 января 2004 г.

с $MPSP=4.8$, $K_p=13.0$, $I_0=6$ (Прибайкалье)

Я.Б. Радзиминович^{1,2}, Н.А. Гилёва¹, В.И. Мельникова^{1,2}, Н.А. Радзиминович²

¹Байкальский филиал ГС СО РАН, г. Иркутск, ian@crust.irk.ru

²Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, vimel@crust.irk.ru

19 января 2004 г. в 23^h50^m (20 января в 07^h50^m по местному времени) в пределах Окинско-го плоскогорья было зарегистрировано землетрясение с $K_p=13.0$ [1], $MPSP=4.8$ [2]. По величине оно мало отличается от максимального толчка 2004 г. – Чарского-III землетрясения 28 июня ($K_p=13.5$, $MPSP=4.7$) [3]. Согласно местоположению эпицентральной зоны вблизи группы озер Тулгуту-Нур, землетрясение может быть названо Тулгутунурским. Сейсмические толчки подобного энергетического уровня не регистрировались в этом локальном районе с 1980 г., поэтому рассматриваемое землетрясение стало заметным событием в пределах западной окраины региона.

Локализация гипоцентра Тулгутунурского землетрясения, выполненная в Байкальском филиале ГС СО РАН (БФ ГС СО РАН), основана на данных 27 станций Прибайкалья и соседних регионов, семь из которых расположены на эпицентральных расстояниях до 300 км. Ближайшая станция – «Монды» – находится в 63 км от эпицентра (рис. 1). Абсолютное большинство сейсмических станций региона расположено в восточных румбах от эпицентра (рис. 2), что накладывает определенные ограничения на возможности определения основных параметров.

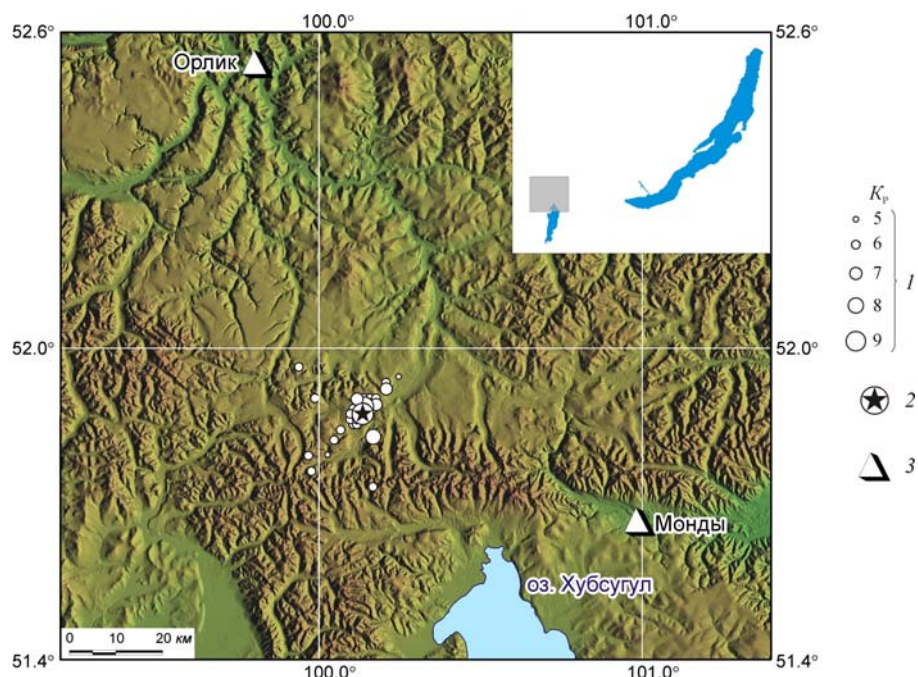


Рис. 1. Местоположение эпицентра и пространственное распределение афтершоков Тулгутунурского землетрясения 19 января 2004 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – инструментальный эпицентр; 3 – сейсмическая станция.

Решения параметров землетрясения в различных сейсмологических агентствах (табл. 1, рис. 2, а) демонстрируют заметный разброс данных в определении координат эпицентра. По сравнению с региональным решением (ВУКЛ), эпицентр, по данным агентств MOS и NEIC смещен на 9–10 км к северу, по данным ISC – на 13–14 км к северо-востоку, и, наконец, согласно решению IDC – на 29–30 км к юго-западу. Наименьшими эллипсами ошибок характеризуются определения агентств ВУКЛ и ISC, наибольшим – решение IDC.

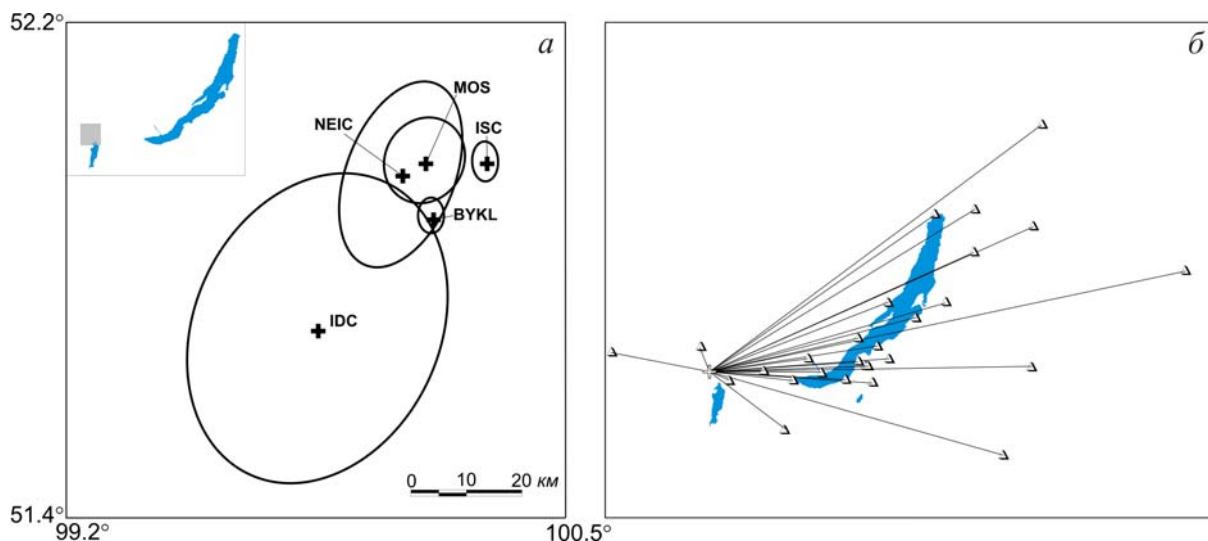


Рис. 2. Решения эпицентра главного толчка Тулгутунурского землетрясения 19 января 2004 г. с эллипсами горизонтальных ошибок по данным разных агентств (а) и расположение сейсмических станций относительно регионального решения эпицентра (б)

На врезке показано местоположение района исследований в пределах Прибайкалья; обозначения агентств соответствуют табл. 1.

Таблица 1. Основные параметры Тулгутунурского землетрясения 19 января 2004 г. по определениям различных сейсмологических агентств

№	Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр					Магнитуда		Источник
				φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
1	ВУКЛ	23 50 53.8	0.5	51.89	0.029	100.15	0.034			$K_p=(13.0\pm 0.2)/26$	[1]
2	MOS	23 50 53.90	1.32	51.98	0.06	100.13	0.09	10		$MPSP=4.8/14$	[2]
3	NEIC	23 50 59.54	4.43	51.96	0.15	100.07	0.13	34.1	35.8	$m_b=4.8/6$	[4]
4	IDC	23 50 53.67	1.07	51.71	0.24	99.85	0.30			$m_b=4.3/9$, $MS=4.0/12$	[4]
5	ISC	23 50 53.51	0.20	51.98	0.03	100.29	0.03	10		$M_s=4.1/24$, $m_b=4.5/31$	[4]

Примечание. ВУКЛ – Байкальский филиал ГС СО РАН (Иркутск); MOS – Геофизическая служба РАН (Обнинск); NEIC – Национальный сейсмологический информационный центр США; IDC – Международный центр данных, США; ISC – Международный сейсмологический центр, Великобритания.

Афтершоки Тулгутунурского землетрясения нельзя назвать многочисленными (рис. 1). Почти вся афтершоковая последовательность ($N_a=37$) реализовалась до середины февраля, хотя слабые единичные события регистрировались до середины апреля 2004 г. (табл. 2). Максимальный афтершок с $K_p=8.7$ возник 22 января 2004 г. в 09^h53^m . Энергетическая ступень $\Delta K_a=K_0-K_a$, равная $13.0-8.7=4.3$, довольно высока, что может быть связано с неполной разрядкой напряжений в очаге.

В качестве форшока можно рассматривать лишь один слабый толчок с $K_p=5.6$, зарегистрированный почти в эпицентре главного толчка за четыре дня до него. Величина энергетической ступени $\Delta K_\phi=13.0-5.6=7.4$ для него еще выше, чем для афтершоков.

На первый взгляд можно отметить вытянутость афтершоковой области с юго-запада на северо-восток (рис. 1), однако значительные ошибки в определениях координат эпицентров в этой части региона не позволяют считать подобную картину распределения афтершоков истинной. Основные параметры афтершоков, согласно региональным определениям, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Основные параметры форшока, главного толчка и афтершоков Тулгутунурского землетрясения

№	Дата д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		MPSP	$K_p \pm \delta K$
			φ° , N	λ° , E		
Форшок						
1	15.01	18 28 06.5 \pm 1.0	51.86 \pm 0.05	100.11 \pm 0.09		5.6 \pm 0.7
Основной толчок						
	19.01	23 50 53.8 \pm 0.5	51.89 \pm 0.03	100.15 \pm 0.03	4.8	13.0 \pm 0.2
Афтершоки						
1	20.01	00 03 39.8 \pm 0.5	51.89 \pm 0.04	100.15 \pm 0.04		7.2 \pm 0.5
2	20.01	00 13 42.8 \pm 0.5	51.89 \pm 0.04	100.14 \pm 0.04		6.6 \pm 0.4
3	20.01	00 20 44.5 \pm 0.3	51.90 \pm 0.03	100.16 \pm 0.03		7.2 \pm 0.6
4	20.01	00 58 35.5 \pm 0.6	51.88 \pm 0.04	100.13 \pm 0.05		6.0 \pm 0.6
5	20.01	01 04 04.4 \pm 2.2	51.77 \pm 0.11	99.98 \pm 0.18		5.7 \pm 1.7
6	20.01	03 59 38.4 \pm 0.5	51.86 \pm 0.03	100.12 \pm 0.04		6.5 \pm 0.4
7	20.01	04 27 39.3 \pm 0.3	51.94 \pm 0.03	100.21 \pm 0.03		6.3 \pm 0.6
8	20.01	05 31 58.5 \pm 0.3	51.89 \pm 0.03	100.14 \pm 0.03		8.1 \pm 0.3
9	20.01	08 33 09.6 \pm 0.5	51.91 \pm 0.04	100.18 \pm 0.04		6.0 \pm 0.3
10	20.01	09 16 45.6 \pm 1.1	51.89 \pm 0.08	100.17 \pm 0.09		6.3 \pm 1.3
11	20.01	14 25 57.5 \pm 1.2	51.94 \pm 0.07	100.21 \pm 0.11		6.0 \pm 0.6
12	21.01	02 46 01.7 \pm 0.6	51.91 \pm 0.05	100.16 \pm 0.05		6.2 \pm 1.0
13	21.01	13 19 28.1 \pm 0.5	51.90 \pm 0.04	100.16 \pm 0.04		7.0 \pm 0.4
14	21.01	13 41 55.3 \pm 0.6	51.93 \pm 0.04	100.21 \pm 0.04		7.0 \pm 0.4
15	21.01	13 46 24.9 \pm 1.2	51.88 \pm 0.07	100.13 \pm 0.10		5.8 \pm 0.9
16	21.01	17 04 45.8 \pm 1.3	51.91 \pm 0.07	100.18 \pm 0.11		6.2 \pm 0.5
17	21.01	18 19 19.8 \pm 1.4	51.87 \pm 0.07	100.10 \pm 0.11		5.7 \pm 1.0
18	21.01	18 23 45.9 \pm 1.2	51.95 \pm 0.08	100.25 \pm 0.12		5.4 \pm 2.4
19	22.01	01 33 52.5 \pm 1.2	51.91 \pm 0.09	100.14 \pm 0.10		6.1 \pm 0.8
20	22.01	03 22 42.9 \pm 0.3	51.90 \pm 0.02	100.18 \pm 0.02		6.7 \pm 0.7
21	22.01	09 53 45.5 \pm 0.6	51.90 \pm 0.05	100.14 \pm 0.05		8.7 \pm 0.5
22	22.01	12 12 16.0 \pm 0.5	51.89 \pm 0.04	100.14 \pm 0.04		8.4 \pm 0.4
23	22.01	13 55 08.2 \pm 0.9	51.88 \pm 0.05	100.11 \pm 0.08		5.9 \pm 0.5
24	22.01	14 14 19.6 \pm 1.2	51.89 \pm 0.07	100.11 \pm 0.12		6.4 \pm 0.4
25	27.01	03 31 48.6 \pm 1.1	51.83 \pm 0.06	100.05 \pm 0.09		5.7 \pm 0.4
26	31.01	23 44 20.6 \pm 1.7	51.80 \pm 0.10	100.03 \pm 0.11		5.3
27	31.01	23 45 05.7 \pm 0.7	51.87 \pm 0.04	100.12 \pm 0.06		5.9 \pm 1.1
28	01.02	01 48 41.2 \pm 1.3	51.89 \pm 0.07	100.13 \pm 0.12		6.1 \pm 0.5
29	01.02	05 06 22.7 \pm 1.0	51.80 \pm 0.07	99.97 \pm 0.07		5.9 \pm 0.5
30	09.02	06 13 13.1 \pm 1.7	51.85 \pm 0.08	100.07 \pm 0.13		5.5 \pm 0.1
31	09.02	10 03 06.3 \pm 0.7	51.88 \pm 0.04	100.10 \pm 0.06		5.6 \pm 0.7
32	12.02	16 22 50.9 \pm 0.3	51.91 \pm 0.02	100.12 \pm 0.02		6.7 \pm 0.2
33	14.02	08 30 24.4 \pm 1.4	51.74 \pm 0.10	100.17 \pm 0.09		5.8 \pm 0.8
34	04.03	12 26 51.8 \pm 1.0	51.84 \pm 0.07	100.17 \pm 0.07		8.0 \pm 0.3
35	08.03	04 31 22.7 \pm 2.2	51.97 \pm 0.10	99.94 \pm 0.18		5.9 \pm 1.1
36	08.04	07 28 36.4 \pm 1.0	51.87 \pm 0.05	100.12 \pm 0.07		6.1 \pm 1.8
37	15.04	16 35 42.4 \pm 0.4	51.91 \pm 0.03	99.99 \pm 0.03		6.1 \pm 1.3

Механизм очага Тулгутунурского землетрясения определен по стандартной методике [5] на основе знаков первых вступлений Pg - и Pn -волн на сейсмограммах станций Прибайкалья и Забайкалья, Алтае-Саянской зоны и Монголии. Установлено [6], что в его очаге по нодальной плоскости северо-западного простирания, круто падающей (70°) на юго-запад, реализовалась взбросовая подвижка с левосдвиговой составляющей (рис. 3). По другой плоскости субмери-

дионального простирания, падающей на восток–юго-восток, произошла подвижка типа взбро-со-сдвиг. Описанное решение механизма получено с хорошей точностью – пределы изменения углов погружения главных осей напряжений относительно горизонта не превысили 5° .

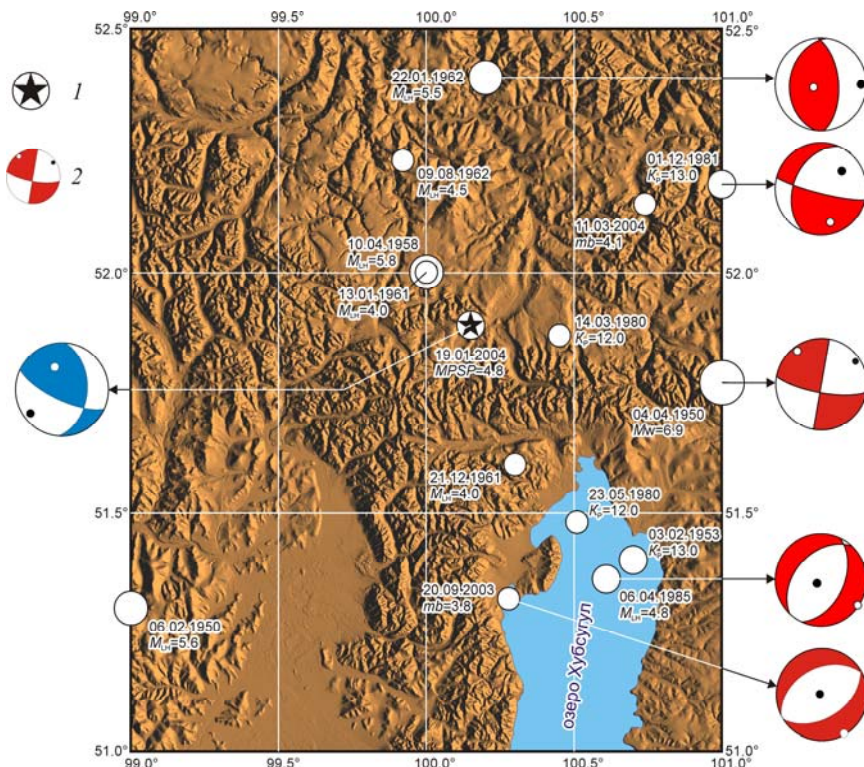


Рис. 3. Сильные ($K_r \geq 12$) землетрясения района исследований с 1950 г.

1 – инструментальный эпицентр Тулгутунурского землетрясения 19 января 2004 г.; 2 – стереограмма механизма очага в проекции нижней полусферы.

В рассматриваемом районе, согласно сложному комплексу разнообразных тектонических нарушений, отмечается многообразие типов фокальных механизмов, что проявляется также в очагах сильных толчков (рис. 3). Восточнее эпицентра Тулгутунурского землетрясения, вблизи Северного Хубсугула, Л.А. Мишариной с соавторами [7] по сейсмологическим данным была установлена условная граница Байкальской рифтовой зоны (БРЗ). Согласно этой работе, очаг рассматриваемого землетрясения не должен был сформироваться в рифтовом поле напряжений, что, собственно, и демонстрирует его фокальный механизм. Деформационные характеристики земной коры юго-западного фланга БРЗ, рассчитанные с помощью среднего тензора сейсмического момента по совокупным данным о фокальных механизмах землетрясений, показали [8], что в этом районе доминирует сдвиг с устойчивым субгоризонтальным северо-восточным сжатием. Кинематика движений в очаге Тулгутунурского землетрясения хорошо вписывается в такую схему напряженно-деформированного состояния земной коры. Наличие в очаге левосдвиговых подвижек в плоскости северо-западного простирания [6] еще раз доказывает ведущую роль сдвиговых перемещений в структурах юго-западного фланга БРЗ.

Сеймотектоническая позиция очага землетрясения. Известно [9], что рассматриваемая территория в неотектонический этап развития характеризуется общим сводовым поднятием и межгорным приразломным впадинообразованием. Деструкция и дифференциация земной коры, обновление разломов субширотного и субмеридионального простираний протекают здесь в морфоструктурах различных порядков на фоне преобладающих восходящих движений. Как можно заметить, механизм очага Тулгутунурского землетрясения вполне отражает современный характер тектонических движений района локализации эпицентра, хотя связать это событие с конкретной геологической структурой затруднительно.

Данные об исторической сейсмичности за период 1950–2004 гг. представлены в табл. 3. В инструментальный период наблюдений (1960–2004 гг.) в этом районе максимальными были в

основном события с $K_p \sim 12$ (рис. 3). Более сильные толчки отмечены в доинструментальный период. Сравнительно недалеко к востоку располагается эпицентральная область девятибалльного Мондинского землетрясения 04.04.1950 г. с $MLH=7.0$, $M_w=6.9$ [10–12]. Сильное землетрясение с $MLH=5.8$ было зарегистрировано 10.04.1958 г. [10], его эпицентр локализован к северо-западу от Тулгутунурского события. Можно также указать на сильное событие 10.01.1915 г. ($MLH=5.8$) [10] с эпицентром в районе оз. Хубсугул. На этом фоне Тулгутунурское землетрясение по энергетическому уровню следует считать вполне обычным для района исследований.

Таблица 3. Параметры землетрясений с $K_p \geq 12$ за период 1950–2004 гг. в районе эпицентра Тулгутунурского землетрясения 19 января 2004 г.

№	Дата, д м год	t_0 , ч мин с $\pm \delta t_0$	Эпицентр		h , км $\pm \delta h$	K_p	M $\pm \delta M$	I_0 , баллы $\pm \delta I_0$	Примечания	Источ- ник
			φ°, N $\pm \delta \varphi^\circ$	λ°, E $\pm \delta \lambda^\circ$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	06.02.1950	04 28 53 ± 10 с	51.3 ± 1.0	99.0 ± 1.0	10–40		5.6 MLH ± 0.5			[10]
2	04.04.1950	18 44 14 ± 2 с	51.77 ± 0.2	101.00 ± 0.2	14 ± 3		6.9 M_w	9 ± 0.5	Мондинское 9–(10)(1); 7–(45)(3); 6–105(3); 5–230(6)	[10, 12]
3	03.02.1953	08 51 21	51.4	100.7		13.0				[13] *
4	10.04.1958	10 55 34 10 с	52.0 ± 0.5	100.0 ± 0.5	5–30		5.8 MLH ± 0.2	(8) ± 1	5–65(3); 3–300(1); 2–3–(490)(1)	[10]
5	13.01.1961	02 12 02	52.0 ± 0.5	100.0 ± 0.5		12.0	4.0 MLH			[14] *
6	21.12.1961	16 02 07	51.6 ± 0.3	100.3 ± 0.3		12.0	4.0 MLH			[14] *
7	22.01.1962	07 26 41 ± 2 с	52.4 ± 0.2	100.2 ± 0.2	20 ± 15	14.0	5.5 MLH ± 0.2	(7) ± 0.5	6–14(1); 2–3–(270)(1)	[10] *
8	09.08.1962	01 55 34	52.23 ± 0.3	99.92 ± 0.3		12.0	4.5 MLH			[15]
9	14.03.1980	21 34 33.4	51.87 ± 0.07	100.45 ± 0.07	0–1	12.0			3–43(1)	[16]
10	23.05.1980	06 17 31.5	51.48 ± 0.07	100.51 ± 0.07	0	12.0			2–158(2)	[16]
11	01.12.1981	21 42 16.3	52.18 ± 0.07	101.00 ± 0.07	36 ± 15	13.0			4–5–26(1); 4–175(3); 3–4–203(3); 3–187(6); 2–3–216(3); 2–200(2)	[17, 18]
12	06.04.1985	05 32 10.7 ± 0.2 с	51.36 ± 0.02	100.61 ± 0.02	0 ± 3	13.2	4.8 MLH		4–44(1); 2–3–275(1)	[19]
13	20.09.2003	05 01 15.4 ± 0.4 с	51.32 ± 0.02	100.27 ± 0.03		11.6	3.8 m_b		2–139(1)	[20]
14	19.01.2004	23 50 53.8 ± 0.5 с	51.89 ± 0.03	100.15 ± 0.03		13.0	4.8 $MPSP$	(6) ± 1	Тулгутунурское 5–64(3); 4–5–44(1); 4–63(1); 2–3–286(1); 2–261(1)	[1]
15	11.03.2004	9 39 06.6 ± 0.3 с	52.14 ± 0.02	100.74 ± 0.02		12.2	4.1 m_b			[1]

Примечание. В графе 9 в скобках приведены расчетные значения I_0 ; в графе 10 сведения об ощутимости типа [3–187(6)] означают, что интенсивность сотрясений $I=3$ балла отмечена на среднем для шести пунктов эпицентрального расстоянии 187 км; звездочкой в графе 11 отмечены фоновые материалы БФ ГС СО РАН.

Макросейсмические данные о проявлениях Тулгутунурского землетрясения поступили главным образом с близлежащих сейсмических станций региональной сети, а также из крупных населенных пунктов. Прямых данных об интенсивности сотрясений в эпицентре нет, поскольку он расположен в горной, практически ненаселенной местности.

Наибольшая интенсивность сотрясений составила $I=5$ баллов по шкале MSK-64 [21] и

наблюдалась в пос. Хурга, Орлик и Балакта на эпицентральных расстояниях 50–70 км. Имеющиеся сведения сводятся к следующему. В пос. Орлик и Хурга землетрясение ощущалось всеми людьми, находившимися в помещениях в одноэтажных деревянных домах. Спавшие просыпались. Скрипели полы, стены, потолки, самопроизвольно открывались и закрывались двери, дребезжали стекла окон и посуда, скрипела мебель, раскачивались висючие предметы. Наблюдалось сотрясение домов в целом. Отмечены повреждения штукатурки в виде тонких трещин. При землетрясении слышался сильный гул.

В пос. Сорок землетрясение ощущалось людьми, находившимися в деревянных одноэтажных домах. Спавшие просыпались. Скрипели полы, потолки и стены, дребезжали стекла окон и посуда, скрипела мебель, незакрепленные предметы сдвигались с места. Одним из очевидцев землетрясение характеризуется как резкий толчок. Слышался подземный гул.

В пос. Монды землетрясение ощущалось людьми, находившимися в помещениях на первых–вторых этажах деревянных домов, а также на открытом воздухе. Слышался треск стен, потрескивание заборов. Отмечено легкое дрожание домов. Дребезжали стекла окон и посуда, покачивались люстры и электрические лампочки. При землетрясении слышался шум.

В г. Иркутск землетрясение ощущалось людьми, находившимися в состоянии покоя на верхних (от четвертого и выше) этажах зданий различных типов. Наблюдалось плавные колебания и покачивания; отдельные очевидцы характеризуют землетрясение как толчок. Отмечены единичные случаи пробуждения спящих.

К востоку от с. Монды в населенных пунктах Тункинской системы впадин землетрясение, по-видимому, не ощущалось или же колебания были на пределе порога ощутимости. Во всяком случае, нет какой-либо дополнительной макросейсмической информации.

Оценки интенсивности сотрясений по имеющимся данным приведены в табл. 4; карта пунктов-баллов – на рис. 4.

Таблица 4. Макросейсмические сведения о Тулгутунурском землетрясении 19 января 2004 г. с $K_p=13.0$

№	Пункт	Δ , км	№	Пункт	Δ , км
	<u>5 баллов</u>			<u>4 балла</u>	
1	Хурга	52, гул	5	Монды	63, шум
2	Орлик	69, гул		<u>2–3 балла</u>	
3	Балакта	71, гул	6	Иркутск	286
	<u>4–5 баллов</u>			<u>2 балла</u>	
4	Сорок	44, гул	7	Ангарск	261



Рис. 4. Макросейсмические проявления Тулгутунурского землетрясения

1 – интенсивность сотрясений I , баллы по шкале MSK-64; 2 – эпицентр по инструментальным данным; 3 – государственная граница; номера пунктов на схеме соответствуют табл. 4.

В пос. Монды и Орлик расположены сейсмические станции региональной сети (рис. 1), к 2004 г. уже переведенные на цифровую регистрацию землетрясений. Это дает возможность сопоставить наблюдавшиеся здесь макросейсмические эффекты с инструментальными данными о сильных движениях грунта (рис. 5).

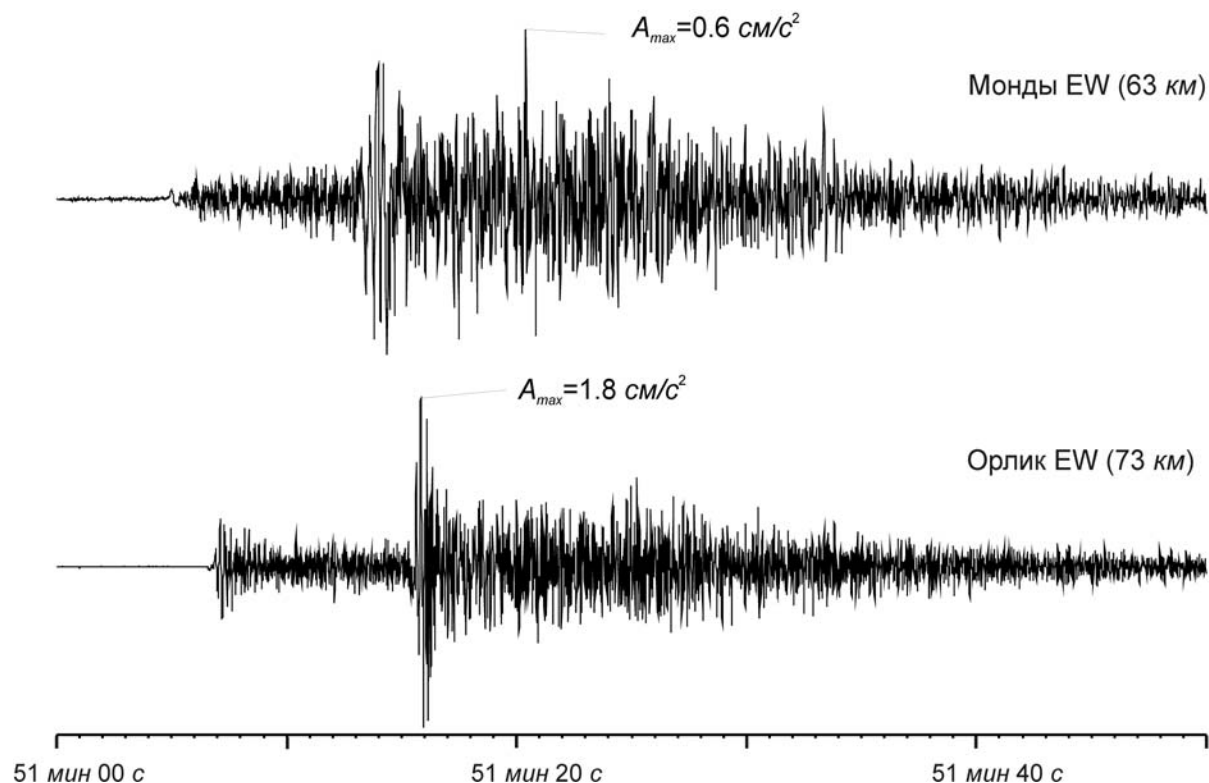


Рис. 5. Акселерограммы Тулгутунурского землетрясения, полученные на сейсмических станциях «Монды» и «Орлик»

Представлена горизонтальная компонента EW, на которой амплитуды ускорений волн S_g наибольшие.

В пос. Монды интенсивность сотрясений по макросейсмическим данным уверенно оценивается в 4 балла. Вместе с тем максимальная амплитуда ускорений, судя по записям станции «Монды», составила лишь $A_{\max}=0.6 \text{ см/с}^2$. Это значение, согласно шкале MMSK-92 [22], соответствует интенсивности сотрясений в 1 балл, т.е. не достигается даже порог ощутимости. По инструментальной части региональной шкалы РШСИ [23] интенсивность сотрясений может быть оценена не более, чем в 2 балла.

Аналогичные расхождения в макросейсмических и инструментальных оценках сейсмической интенсивности наблюдаются и для пос. Орлик. При наблюдаемой интенсивности сотрясений, равной $I=5$ баллам, максимальная амплитуда ускорений составила здесь $A_{\max}=1.8 \text{ см/с}^2$, что соответствует 2–3 баллам по шкале MMSK-92 и 3 баллам по шкале РШСИ.

Резкое несоответствие (более чем на 2 балла) инструментальных и макросейсмических оценок интенсивности в указанных пунктах можно отчасти объяснить влиянием локальных инженерно-геологических условий. Рассматриваемые поселки расположены в долинах рек на участках с различными, нередко неблагоприятными в сейсмическом отношении грунтовыми комплексами. В то же время сейсмические станции размещаются, как правило, на специально подобранных площадках со скальным основанием. Разная реакция грунтов на сейсмические колебания могла сказаться и на макросейсмическом эффекте. В этой связи стоит отметить, что различия в макросейсмических проявлениях в пределах одного сравнительно небольшого населенного пункта отмечались и ранее. В частности, в пос. Монды при землетрясении 25.03.1976 г. ($K_p=11.0$, $\Delta=70 \text{ км}$) более сильные сотрясения ощущались на левом берегу р. Иркут, в то время как на правом берегу многие жители его вообще не заметили [24]. Аналогичная картина наблюдалась во время разрушительного Мондинского землетрясения 04.04.1950 г. Наибольшие

разрушения были сосредоточены на левом берегу, в правобережной же части их масштаб был значительно меньше [11]. Можно предположить, что эффект снижения балльности на правом берегу р. Иркут отражает влияние локальных особенностей геологической среды. В этом случае небольшие значения амплитуд ускорений на станции «Монды» в какой-то мере объясняются ее расположением в правобережной части поселка.

В заключение отметим, что Тулгутунурское землетрясение 19 января 2004 г. еще раз обозначило некоторые проблемные вопросы изучения сейсмичности юго-западного фланга БРЗ. Малое число населенных пунктов и неблагоприятное расположение стационарных сейсмических станций не дают возможности получать детальную макросейсмическую и инструментальную информацию о регистрируемых здесь землетрясениях. Вместе с тем в связи с хозяйственным освоением этого района и его недостаточной изученностью весьма актуальным представляется дальнейшее накопление и анализ данных о сильных движениях грунта при местных землетрясениях. Выяснение причин значительных различий макросейсмических и инструментальных оценок интенсивности сотрясений в отдельных населенных пунктах требует выполнения специальных инженерно-сейсмологических исследований.

Л и т е р а т у р а

1. Леонтьева Л.Р., Гилёва Н.А. (отв. сост.), Тигунцева Г.В., Хайдурова Е.В., Андрусенко Н.А., Тимофеева В.М., Евсеева Е.Д., Дворникова В.И., Дрокова Г.Ф., Анисимова Л.В., Масальская Л.Н., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Хороших М.Б., Емельянова Л.В., Федюшкина Я.И., Черных Т.Е., Попикова Л.А. Каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2004 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
2. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2004 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2004–2005.
3. Гилёва Н.А., Радзиминович Я.Б., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А. Чарское-III землетрясение 28 июня 2004 г. с $MPSP=4.7$, $K_p=13.5$, $I_0=6$ (Прибайкалье) // (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
4. *Bulletin of the International Seismological Centre for 2004*. – Berkshire: ISC, 2005–2006. <http://www.isc.ac.uk/search/bulletin/>
5. Введенская А.В. Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений с помощью теории дислокаций. – М.: Наука, 1969. – 136 с.
6. Мельникова В.И., Радзиминович Н.А., Татомир Н.В., Добрынина А.А. Каталог механизмов очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2004 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
7. Мишарина Л.А., Мельникова В.И., Балжинням И. Юго-западная граница Байкальской рифтовой зоны по данным о механизме очагов землетрясений // Вулканология и сейсмология. – 1983. – № 2. – С. 74–83.
8. Мельникова В.И., Радзиминович Н.А. Параметры сеймотектонических деформаций земной коры Байкальской рифтовой зоны по сейсмологическим данным // ДАН. – 2007. – 416. – № 4. – С. 543–545.
9. Сеймотектоника и сейсмичность Прихубсугулья / Под ред. Н.А. Логачева. – Новосибирск: Наука, 1993. – 184 с.
10. Голенецкий С.И., Хромовских В.С. (отв. сост.), Кисловская В.В., Кондорская Н.В., Солоненко В.П., Шебалин Н.В. V. Прибайкалье [(2000 до н.э. – 500 н.э.) – 1974 гг.; $M \geq 5.0$; $I_0 \geq 6$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 315–338.
11. Тресков А.А., Флоренсов Н.А. Мондинское землетрясение 1950 г. // Бюллетень совета по сейсмологии. – 1952. – № 2. – С. 6–18.
12. Delouis B., Deverchere J., Melnikova V., Radziminovitch N., Loncke L., Larroque C., Ritz J.F., San'kov V. A reappraisal of the 1950 (Mw 6.9) Mondy earthquake, Siberia, and its relationship to the strain pattern at the south-western end of the Baikal rift zone // Terra Nova. – 2002. – 14. – N 6. – P. 491–500.
13. Атлас землетрясений в СССР. Результаты наблюдений сети сейсмических станций СССР 1911–1957 гг. – М.: АН СССР, 1962. – 337 с.
14. Введенская Н.А., Джанузаков К.Д., Иодко В.К., Кондорская Н.В., Ландырева Н.С., Мишари-

- на Л.А., Мнацаканян Д.М., Рагимов Ш.С., Семенов П.Г., Табулевич В.Н. Бюллетень сильных землетрясений СССР за 1961 г. // Вопросы инженерной сейсмологии, Вып. 9. (Труды ИФЗ АН СССР, № 33 (200)). – М.: Наука, 1964. – С. 124–143.
15. Мишарина Л.А., Пшенников К.В., Троценко Г.Ф., Перевалова Г.И., Фомина Е.О., Букина К.И., Горелик З.Л., Востокова А.Я., Владимирова Г.П., Кольцова М.С. Землетрясения Байкала // Землетрясения в СССР в 1962 году. – М.: Наука, 1964. – С. 93–112.
 16. Голенецкий С.И., Андрусенко Н.А., Анисимова Л.В., Белова Л.И., Букина К.И., Вгорушина Г.Н., Дреннова Г.Ф., Евсеева Е.Д., Масальская Л.Н., Перевалова Г.И., Тигунцева Г.В., Фомина Е.В., Чупрова В.Г. Региональный каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1980 году. – М.: Наука, 1983. – С. 200–206.
 17. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1981 году. – М.: Наука, 1984. – С. 57–65.
 18. Голенецкий С.И., Голенецкая И.Г., Перевалова Г.И. Региональный каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1981 году. – М.: Наука, 1984. – С. 179–187.
 19. Голенецкий С.И., Голенецкая И.Г., Перевалова Г.И. Региональный каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1988. – С. 270–274.
 20. Леонтьева Л.Р., Гилёва Н.А. (отв. сост.), Тигунцева Г.В., Хайдурова Е.В., Андрусенко Н.А., Тимофеева В.М., Евсеева Е.Д., Дворникова В.И., Дрокова Г.Ф., Анисимова Л.В., Масальская Л.Н., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Хороших М.Б., Емельянова Л.В., Федюшкина Я.И., Черных Т.Е., Попикова Л.А., Старкова И.П., Павлова Л.В., Найманова Е.В., Лазорева Л.А., Матвеева Е.А. Каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2003 год // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. (На CD).
 21. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
 22. 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.
 23. Шерман С.И., Бержинский Ю.А., Павленов В.А., Аптикаев Ф.Ф. Региональные шкалы сейсмической интенсивности. Опыт создания шкалы для Прибайкалья. – Новосибирск: СО РАН, филиал «Гео», 2003. – 189 с.
 24. Голенецкий С.И. Землетрясения Прибайкалья // Землетрясения в СССР в 1976 году. – М.: Наука, 1980. – С. 46–57.