

III. СИЛЬНЫЕ И ОЩУТИМЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

УДК 550.348.098.32 (571.53/.55)

ЧАРСКОЕ-IV ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 2 января 2005 г.

с $MPSP=5.4$, $K_p=13.8$, $I_0=7$ (Прибайкалье)

Н.А. Гилёва¹, В.И. Мельникова^{1,2}, Я.Б. Радзиминович^{1,2}, А.А. Папкова¹, М.Г. Очковская¹

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

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

В юго-западной части Чарской впадины Кодаро-Удоканского района Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) через шесть месяцев после Чарского-III землетрясения 28.06.2004 г. с $K_{III}=13.5$, $MPSP_{III}=4.7$, $\varphi_{III}=56.68^\circ N$, $\lambda_{III}=117.97^\circ E$ [1], практически в том же самом месте ($\varphi_{IV}=56.66^\circ N$, $\lambda_{IV}=117.93^\circ E$ в табл. 1) было зарегистрировано еще одно землетрясение, произошедшее 2 января 2005 г. в 00^h24^m с $K_{IV}=13.8$, $MPSP_{IV}=5.4$ (рис. 1). Оно стало наиболее сильным сейсмическим событием региона в 2005 г. Поскольку в обозначенной области ранее (26.04.1994 г. и 21.08.1994 г.) уже происходили подобные события с $K_I=14.5$, $MS_I=5.8$ и $K_{II}=15.5$, $MS_{II}=6.3$ с близкими координатами ($\varphi_I=56.72^\circ N$, $\lambda_I=118.04^\circ E$; $\varphi_{II}=56.70^\circ N$, $\lambda_{II}=118.03^\circ E$) [2], землетрясение 2 января было названо Чарским-IV.

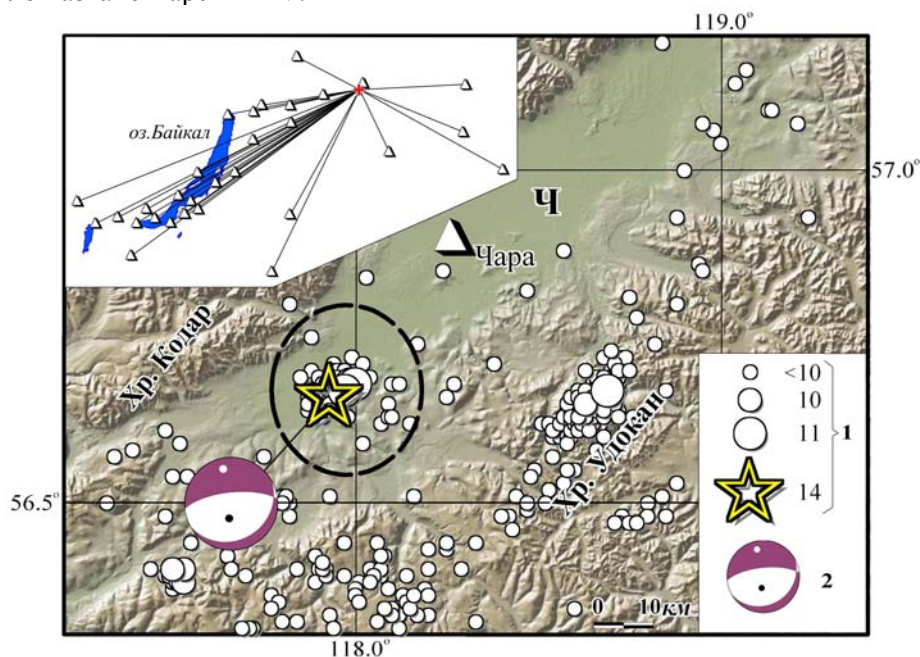


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений в районе Чарской впадины в 2005 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – стереограмма механизма очага в проекции нижней полусферы (затемнены области волн сжатия, выходы осей сжатия и растяжения показаны черной и белой точками соответственно); штриховым контуром выделено эпицентральное поле афтершоков; буквой Ч отмечена Чарская впадина; треугольником обозначена сейсмическая станция «Чара»; на врезке треугольниками показаны станции, данные которых использовались при локализации Чарского-IV землетрясения.

Локализация гипоцентра Чарского-IV землетрясения и трех его наиболее сильных ($K_p=11.0$, 11.5, 10.7) афтершоков, произошедших 7 января в 15^h45^m, 22 января в 04^h16^m, 25 января в 10^h57^m соответственно [3], первоначально была выполнена традиционно, т.е. по

данным 31 станции Прибайкалья и соседних регионов [4, 5]. Ближайшей к эпицентру стала станция «Чара» ($\Delta=34$ км), шесть станций удалены от эпицентра на 300 км, максимальное эпицентральное расстояние составило 1252 км (для станции «Орлик»). При таких условиях обработки материалов наблюдений область афтершоков и эпицентр основного толчка оказались смещены относительно друг друга примерно на 10 км (рис. 2 а). Использование при оценке пространственных координат афтершоков наиболее четких вступлений прямых сейсмических волн, зарегистрированных на станциях с $\Delta \leq 500$ км, позволило уменьшить ошибку локации главного толчка и афтершоков, сделав тем самым афтершоковое поле более компактным (рис. 2 б). Полученные результаты, наряду с определениями основных параметров Чарского-IV землетрясения по данным основных сейсмологических агентств, представлены в табл. 1. Каталог афтершоков дан в Приложении [6] к наст. сб.

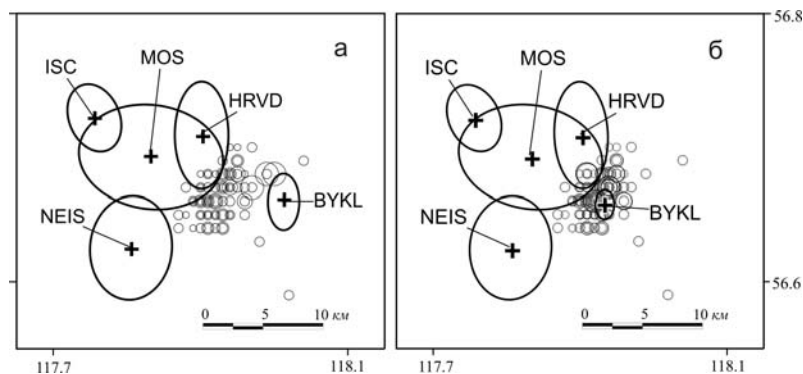


Рис. 2. Разные решения эпицентра Чарского-IV землетрясения с эллипсами ошибок по данным агентств MOS, ISC, NEIC, HRVD и два варианта (а, б) региональной локации (BYKL) главного толчка и его афтершоков: а – по 31 станции; б – 9 ближайшим (с $RMS < 1^s$)

Таблица 1. Основные параметры Чарского-IV землетрясения 2 января 2005 г. по определениям различных сейсмологических агентств

Агент-ство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источ-ник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
BYKL	00 24 39.1	0.3	56.66	0.01	117.93	0.01	10	6	$K_p=13.8/25$	[3]
MOS	00 24 37.50	1.07	56.69	0.05	117.83	0.07	16		$MS=4.8/28$, $MPSP=5.4/82$	[7]
ISC	00 24 37.88	0.13	56.72	0.02	117.75	0.03	13.4*	0.3*	$MS=5.0/33$, $m_b=5.2/133$ * $\rightarrow h_{pp}$	[4]
NEIC	00 24 39.02	0.15	56.63	0.04	117.80	0.06	13.8		$MS=4.9/6$, $m_b=5.2/135$	[4]
HRVD	00 24 39.0	0.2	56.71	0.04	117.90	0.04	18	0.8	$M_w=5.1/57$	[4]

Примечание. BYKL – Байкальский филиал ГС СО РАН (Иркутск); MOS – Геофизическая служба РАН (Обнинск); ISC – Международный сейсмологический центр, Великобритания; NEIC – Национальный сейсмологический информационный центр США; HRVD – Гарвардский университет (США).

Афтершоковая последовательность. Чарское-IV землетрясение произошло в эпицентральной области предыдущего сильного Чарского-III землетрясения [1] на фоне затухающей активности его афтершоков. За двое суток до землетрясения – 2 января в 00^h24^m с $K_p=13.8$ – в этой очаговой области сейсмические события отсутствовали и только за 17^m до момента землетрясения был зафиксирован один слабый форшок с $K_p=6.3$. Афтершок с максимальным для этой последовательности энергетическим классом $K_p=11.5$ зарегистрирован 22 января в 04^h16^m [6]. Энергетические ступени главного толчка с форшоком и максимальным афтершоком составили:

$$\Delta K_\phi = 13.8 - 6.3 = 7.5,$$

$$\Delta K_a = 13.8 - 11.5 = 2.3.$$

Эпицентральной поле афтершоков имеет изометричную форму (рис. 1, 2), обусловленную значительным рассеянием эпицентров за счет случайных погрешностей определения. В общей

сложности до конца 2005 г. зарегистрировано 195 афтершоков [6] с $K_p=5.6-11.5$. Из графика реализации их во времени (рис. 3) следует, что серия афтершоков практически завершилась к концу мая 2005 г., хотя отдельные толчки продолжались до ноября.

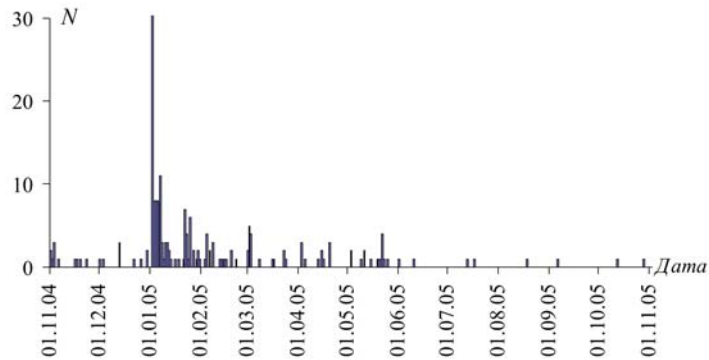


Рис. 3. Суточные числа землетрясений в очаговой зоне Чарского-IV землетрясения за период 01.11.2004 г. – 01.11.2005 г.

Если рассматривать распределение числа афтершоков по энергетическим классам (табл. 2), то можно убедиться в непредставительности землетрясений с $K_p=6$. Для надежной оценки угла γ наклона графика повторяемости по событиям представительных классов ($K_p \geq 7$) данных также недостаточно.

Таблица 2. Распределение афтершоков Чарского-IV землетрясения по энергетическим классам K_p

K_p	6	7	8	9	10	11
N	80	98	11	4	0	3

Из-за малого числа близких сейсмических станций и недостаточной информации о скоростном разрезе земной коры в районе Чарского-IV землетрясения глубины афтершоков определены с большой погрешностью: средняя стандартная ошибка составляет $\delta h = \pm 8.5$ км [6]. Между тем 58% гипоцентров располагается в диапазоне глубин $h=8-16$ км (рис. 4), что типично для землетрясений Прибайкалья [8].

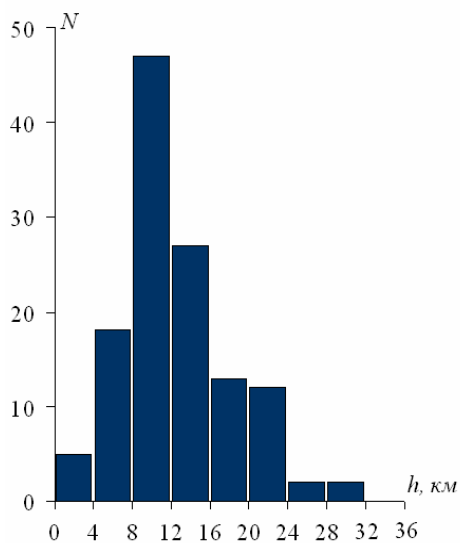


Рис. 4. Число N афтершоков Чарского-IV землетрясения на разных глубинах h

Сейсмическая предыстория Чарского-IV землетрясения достаточно обширна. За период инструментальных сейсмологических наблюдений район Чарской впадины с прилегающими с северо-запада и северо-востока Кодарским и Удоканским хребтами характеризуется высокой сейсмической активностью [9]. На фоне мозаичного распределения эпицентров слабых и средних ($K_p < 13$) по величине толчков здесь выделяются несколько сильных землетрясений, сопровождавшихся афтершоками, и группы слабых землетрясений. В целом в рассматриваемом районе расположение эпицентров землетрясений позволяет наметить две линейные системы повышенной активности, характерных, впрочем, для всей рифтовой зоны: продольную, соответствующую генеральному простираению рифтовых структур, и поперечную [10]. Сильные землетрясения, как считают В.В. Ружич и Л.А. Мишарина [10], приурочены к узлам пересечения разнонаправленных линейных систем.

Крупные ($K_p \geq 14$) землетрясения, локализованные в горных отрогах Кодарского, Каларского и Удо-

канского хребтов (рис. 5), сопровождались значительными сериями афтершоков: Кодарское 15.05.1970 г. с $K_p=14$ ($N_{\text{афт}}=1300$), Каларское 21.06.1974 г. с $K_p=14$ ($N_{\text{афт}}=266$), Удоканское 17.01.1981 г. с $K_p=14$ ($N_{\text{афт}}=800$). Сильные ($K_p=14.5$ и 15.5) землетрясения – Чарское-I 26.04.1994 г. и Чарское-II 21.08.1994 г. [2], локализованные в Чарской впадине, также имели многочисленные афтершоки – $N_{\text{афт I}}=260$ и $N_{\text{афт II}}=500$ соответственно. Похожий сценарий развития афтершокового процесса наблюдался при Чарском-III [1] и описываемом Чарском-IV землетрясениях, которые, как и Чарские землетрясения 1994 г., имели дуплетный характер, с перерывом шесть месяцев между ними.

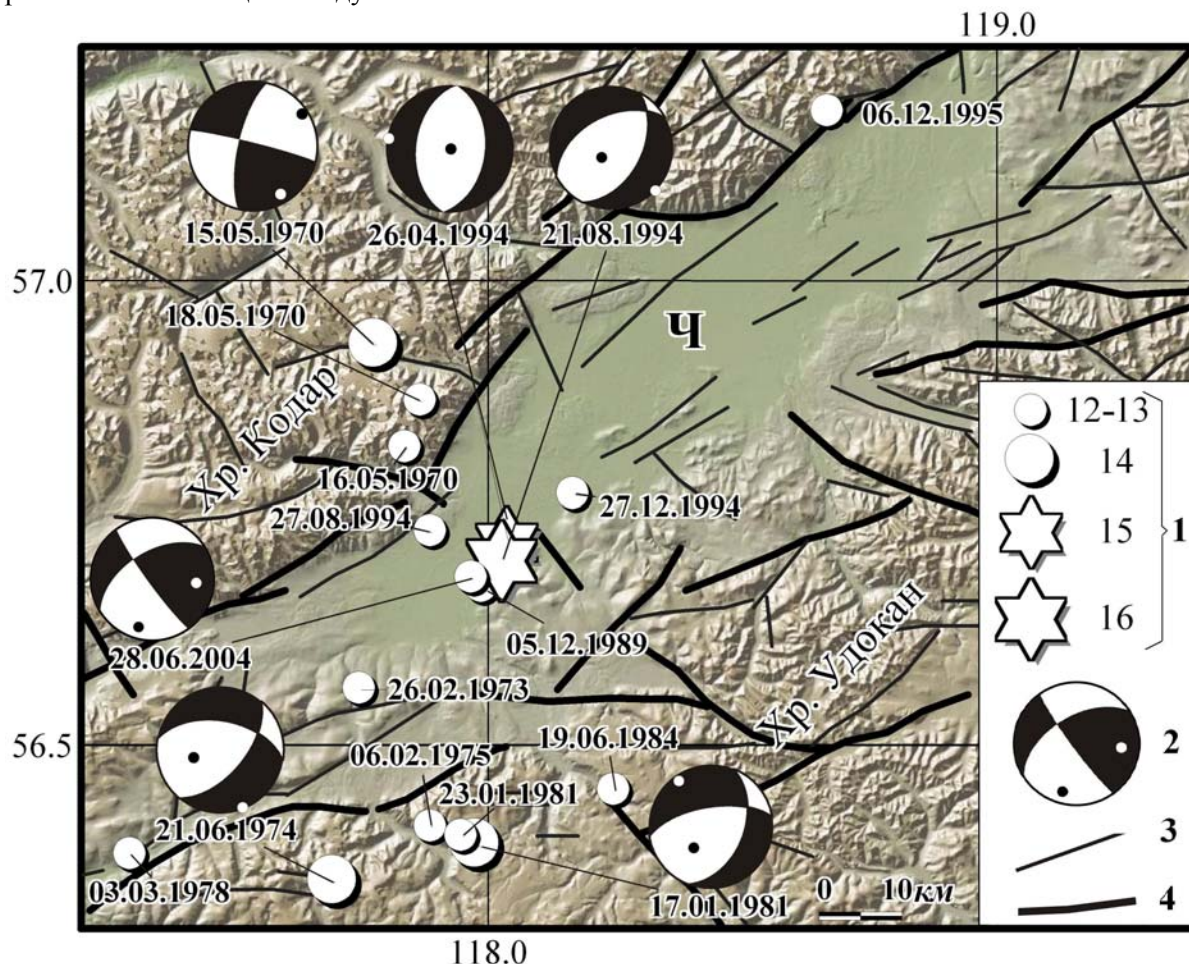


Рис. 5. Карта эпицентров инструментально зарегистрированных землетрясений с $K_p \geq 12$ ($M \geq 4.5$) в районе Чарской впадины за 1970–2004 гг.

1 – энергетический класс; 2 – стереограмма механизма очага землетрясения (в проекции нижней полусферы, затемнены области волн сжатия, черными и белыми точками показаны выходы осей напряжений сжатия и растяжения); 3, 4 – локальный и региональный активный разлом соответственно; Ч – Чарская впадина.

Фокальные механизмы, установленные для всех указанных выше сильных землетрясений, показали различные простирания плоскостей разрывов в очагах. При этом наблюдалась определенная стабильность в ориентации всегда субгоризонтальных осей растяжения, имеющих северо-западное направление (в северных румбах) и неустойчивость осей сжатия, меняющих свое положение от субгоризонтального до субвертикального от очага к очагу (рис. 5). Реконструкция современного напряженно-деформированного состояния земной коры района по совокупным данным более чем 300 индивидуальных и групповых решений механизмов очагов землетрясений [9] позволила установить, что в районе Чарской впадины доминируют растягивающие усилия, т.е. поле напряжений рифтового типа.

Сейсмотектоническая позиция и механизм очага. Чарская впадина – одна из крупных рифтогенных впадин северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны. Ее длина вдоль осевой линии северо-восточного простирания составляет 135 км, максимальная ширина – 30 км

(рис. 5). Мощность кайнозойских осадков на максимально погруженных блоках фундамента может составлять 2300–2800 м, мощность земной коры варьирует от 42 до 45 км. Продолжением впадины на северо-востоке являются Токкинская и Чароудинская впадины, а на юго-западе – Куандинская и Сульбанская. В неотектоническом плане Чарская впадина с прилегающими с северо-запада и юго-востока Кодарским и Удоканским хребтами располагается в высокоподвижной области сочленения участков Саяно-Байкальской складчатой области и юго-западного края Алданского щита Сибирской платформы [11–13].

Формирование крупных разрывных нарушений является характерным для района Чарской впадины во все этапы активизации, начиная с позднего архея [10]. В структурном отношении ей присущи все черты, характерные для «сухопутных» впадин байкальского типа и прежде всего асимметричность. В делимости докайнозойского фундамента впадины определяющую роль играют широтные зоны разломов, северо-восточная ориентация разломов отмечается вблизи ее северо-западного борта. Именно здесь наблюдаются максимально погруженные блоки фундамента, свидетельствующие о крутой плоскости Кодарского сброса [13]. Следует отметить умеренную активность разрывов северо-западного и субмеридионального простираний, роль которых в неотектоническом развитии района второстепенна [10].

Активизированные разломы Кодарского и Удоканского поднятий отчетливо выражены в рельефе и тяготеют к зонам сочленения их с Чарской впадиной (рис. 5). Они имеют в основном северо-восточную или субширотную ориентацию и относятся в большинстве случаев к типу нормальных крутых сбросов и взбросов. Реже представлены смешанные типы подвижек по разломам – сбросо(взбросо)-сдвиги. Главные зоны разломов сопровождаются опережающими разрывами, в некоторых из них обнаружены сейсмогенные деформации [13].

Эпицентры Чарского-III и Чарского-IV землетрясений приурочены к приосевой части одноименной впадины и входят в эпицентральною область более сильных Чарских землетрясений 1994 г., описанных С.И. Голенецким с соавторами [2]. В данном районе отмечается сложный структурный план, обусловленный сочленением зон древних глубинных разломов с новейшими рифтовыми структурами северо-восточной и субширотной ориентации [11]. Вероятно, этим объясняется наличие разнообразных типов смещений в очагах местных землетрясений (рис. 5). Следует заметить, что генеральному северо-восточному направлению рифтовых структур, которым следует и ориентация Чарской впадины, соответствуют простирания плоскостей разрывов в очагах большинства сильных землетрясений рассматриваемого района, в том числе и Чарского-IV землетрясения. Его очаг характеризуется сбросовыми подвижками по крутопадающей и пологой плоскостям субширотного и северо-восточного простираний, при этом угол погружения оси сжатия составляет $PL_p=64^\circ$, растяжения – $PL_r=24^\circ$ [14].

Периодическое возобновление тектонической активности, выраженное в появлении достаточно сильных землетрясений в районе Чарской впадины, свидетельствует об активном ее развитии в настоящее время.

Макросейсмическая информация о Чарском-IV землетрясении получена с сейсмических станций региональной сети, а также от отдельных корреспондентов посредством рассылки опросных листов. Как и в случаях других землетрясений в рассматриваемом районе, поступившие сведения немногочисленны из-за малонаселенности территории. По этой причине построить карту изосейст оказалось невозможно. Описания макросейсмических эффектов в населенных пунктах приведены ниже.

Максимальная наблюдаемая интенсивность сотрясений составила **I=5 баллов** и отмечена в четырех населенных пунктах – Удокан, Новая Чара, Чара и Усть-Муя.

Удокан. Землетрясение ощущалось людьми, находившимися в деревянных домах; спавшие просыпались. Отмечено раскачивание домов. В помещениях дребезжала посуда и стекла окон, скрипела мебель, колебались всяческие предметы. Слышался гул.

Новая Чара. В многоэтажных панельных домах на разных этажах землетрясение ощущалось практически всеми людьми. Спавшие просыпались; многие испытывали испуг, панику и покидали помещения. Раскачивалась мебель, дребезжала посуда. В деревянных зданиях на первых-вторых этажах скрипели полы и потолки; скрипела мебель; дребезжали оконные стекла и посуда. Отмечено раскачивание всяческих предметов; неустойчивые незакрепленные предметы сдвигались с места. При землетрясении слышался гул, напоминающий работу тяжелого транспорта.

Чара. В деревянных домах поселка чувствовалось сотрясение зданий; скрипели полы и потолки. Землетрясение ощущалось людьми, находившимися в состоянии покоя, спавшие просыпались. Некоторые люди в испуге и панике покидали помещения. Характерные макросейсмические эффекты – раскачивание всяческих предметов, дребезжание посуды и стекол окон; скрип мебели. Самопроизвольно открывались и закрывались двери; неустойчивые и незакрепленные предметы сдвигались с мест. В деревянном доме сейсмической станции ощущалось колебание стульев под сидящими людьми, скрипели углы здания, чувствовалось общее содрогание дома. При землетрясении слышался гул, напоминающий работу тяжелой техники.

Усть-Муя. Почти все жители поселка ощущали сильный вертикальный толчок (удар снизу). Спавшие просыпались. Скрипели полы и потолки, звенела посуда, из наполненных емкостей выплескивалась вода. В штукатурке и печах отмечено появление тонких трещин. Ощущалось раскачивание деревянных домов, незапертые калитки заборов самопроизвольно открывались и закрывались.

Сотрясения с ***I=4–5 баллов*** описаны в двух пунктах:

Таксимо. Землетрясение ощущалось большинством населения поселка в зданиях различных типов и на разных этажах. Люди испытывали испуг, но оставались на своих местах. Сильно колебались всяческие предметы, раскачивалась мебель, тряслась и звенела посуда, дребезжали стекла окон. Жидкость в открытой посуде колебалась. В одной из скважин понизился уровень воды и восстановился только через двое суток. Отмечено беспокойство собак и кошек.

Янчукан. Землетрясение замечено большинством жителей поселка, находившимися в состоянии покоя в зданиях различных типов на первых–пятых этажах. Спавшие проснулись, люди испугались, но оставались на местах. Дребезжала посуда, оконные стекла, колебались всяческие предметы. В панельных зданиях отмечено образование волосяных и тонких трещин в штукатурке по стыку панелей и в углах помещений. Ощущались волнообразные колебания, шедшие с востока на запад. Наблюдалось беспокойство домашних животных (кошек).

I=4 балла

Куанда. Землетрясение ощущалось большинством людей, находившихся в состоянии покоя на разных этажах в зданиях различного типа. Спавшие проснулись, люди испытывали испуг, но оставались на местах. Чувствовались короткие сильные толчки. Колебались всяческие предметы, дребезжала посуда.

Мамакан. Землетрясение ощущалось людьми, находившимися в помещениях. Спавшие просыпались. Скрипели потолки, слышался скрип мебели. Дребезжали оконные стекла и посуда. Колебались всяческие предметы (люстры), качались новогодние елки. Самопроизвольно открывались и закрывались двери (единичный случай). Многие ощутили два отдельных толчка. При землетрясении слышался гул, напоминавший прохождение тяжелой техники.

I=3–4 балла

Олёкма. Землетрясение замечено отдельными людьми в состоянии покоя. Спавшие люди проснулись, но испуга не было. Дребезжала посуда, легко колебались всяческие предметы. Ощущались волнообразные колебания. Слышался гул, напоминающий шум автотранспорта.

Бодайбо. Землетрясение ощущалось людьми, находившимися в помещениях на разных этажах в состоянии покоя (сидели, лежали). Было ощущение, как будто прошла тяжелая техника. Спавшие просыпались. Колебались всяческие предметы, дребезжала посуда. На пятом этаже кирпичного дома хлопала створка двери. Некоторые ощущали два толчка. При землетрясении слышался гул.

Луговский. Землетрясение замечено многими людьми, находившимися в состоянии покоя в помещениях на первых-вторых этажах. Отдельные спавшие люди проснулись, испуга не было. Колебались всяческие предметы. Ощущалось легкое нарастающее дрожание, затем короткий толчок и снова дрожание. При землетрясении слышался гул, напоминающий звук работающего бульдозера.

I=3 балла. *Усть-Нюкжа.* Землетрясение замечено отдельными людьми, находившимися в состоянии покоя в помещениях на первых этажах. Легко колебались всяческие предметы; ощущалось легкое дрожание. Большинство жителей села землетрясение замечено не было.

I=2–3 балла. *Иракинда.* Землетрясение замечено отдельными людьми, находившимися в состоянии покоя в помещениях на первых-вторых этажах. Ощущались волнообразные колебания. Отмечено беспокойство животных (вой собак).

I=2 балла. Чита. Землетрясение ощущалось на верхних (пярых–девятых) этажах зданий различного типа. Качались люстры, колебались ветки комнатных растений, скрипела мебель, покачивались кровати. На девятом этаже колебался («застучал») телевизор на железном столике. Сообщения об ощутимых сотрясениях на первых этажах отсутствуют, большинство жителей города землетрясение не заметили.

Оценка интенсивности сотрясений по шкале MSK-64 [15] представлена в табл. 3, а карта пунктов-баллов – на рис. 6, координаты пунктов даны в Приложении к наст. сб. [16].

Таблица 3. Макросейсмические сведения о Чарском-IV землетрясении 2 января 2005 г.

№	Пункт	Δ, км	Звук	№	Пункт	Δ, км	Звук
	<u>5 баллов</u>			23	Средняя Олёкма	212	
1	Удокан	25	гул	24	Перевоз	266	
2	Новая Чара	28	гул	25	Тупик	278	
3	Чара (с/ст)	34	гул	26	Маракан	301	
4	Усть-Муя	144		27	Итака	312	
	<u>4–5 баллов</u>			28	Могоча	345	
5	Таксимо	190		29	Ксеньевка	347	
6	Янчукан	317		30	Амазар	362	
	<u>4 балла</u>			31	Согдиондон	366	
7	Куанда	120		32	Багдарин	367	
8	Апрельск	264		33	Тунгокочен	377	
9	Мамакан	268	гул	34	Горно-Чуйский	389	
	<u>3–4 балла</u>			35	Кумора	422	
10	Олёкма	174		36	Чульман	425	
11	Бодайбо	260	гул	37	Усть-Карск	443	
12	Артемовский	261		38	Тында	453	
13	Луговский	339		39	Улюнхан	475	
	<u>3 балла</u>			40	Верхняя Заимка	488	
14	Усть-Нюкжа	224		41	Кичера	489	
15	Жирекен	430		42	Алдан	493	
	<u>2–3 балла</u>			43	Хатыстыр	495	
16	Иракинда	187		44	Вершино-Дарасунский	503	
	<u>2 балла</u>			45	Романовка	504	
17	Юктали	227		46	Холодная	511	
18	Северомуйск	282		47	Душкочан	517	
19	Чита	586		48	Нижнеангарск	526	
	<u>Не ощущалось</u>			49	Телемба	530	
20	Икабья	62		50	Северобайкальск	544	
21	Хани	127		51	Гоуджекит	558	
22	Неляты	137		52	Байкальское	561	
				53	Исинга	562	
				54	Гунда	585	
				55	Преображенка	594	

Макросейсмические эффекты Чарского-IV землетрясения наблюдались на более обширной территории, чем предыдущего Чарского-III события 28.06.2004 г. [1], но тенденции в характере проявления интенсивности сотрясений на поверхности сохранились: относительно высокая интенсивность колебаний отмечалась на значительных эпицентральных расстояниях в пунктах, расположенных в пределах Сибирской платформы к северу и северо-западу от эпицентра. Вопреки ожиданиям, несмотря на удаленность (586 км) от эпицентра, землетрясение ощущалось также в г. Чита. Кроме того, ощутимые эффекты от землетрясения отмечены к западу от эпицентральной области в районе Муйской и Верхнеангарской впадин (рис. 6).

Записи сильных движений при Чарском-IV землетрясении, полученные ближайшими станциями – «Чара» и «Бодайбо», характеризуются тем, что максимальные значения ускорений наблюдаются на горизонтальных компонентах сейсмограмм на частотах $f=7.0$ и 4.8 Гц соответственно (рис. 7).

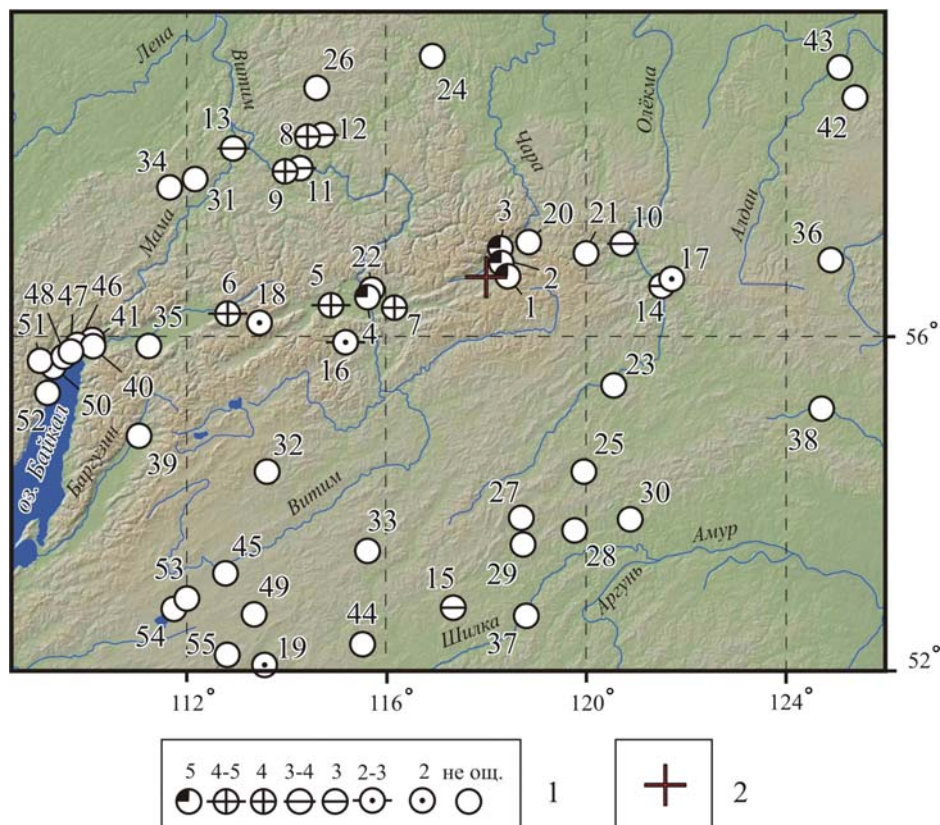


Рис. 6. Карта пунктов-баллов Чарского-IV землетрясения 2 января 2005 г.

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64; 2 – инструментальный эпицентр; номера пунктов на схеме соответствуют табл. 3.

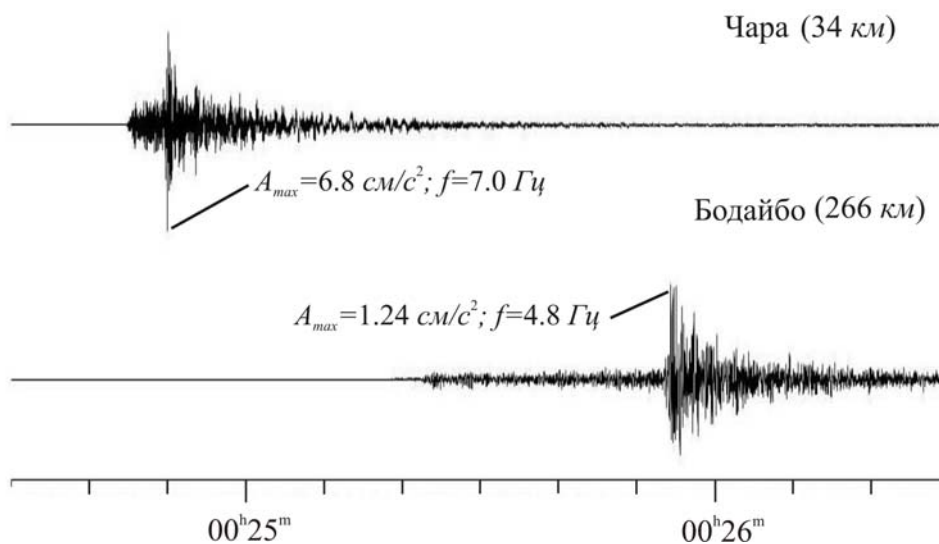


Рис. 7. Акселерограммы горизонтальных компонент (N) Чарского-IV землетрясения на сейсмических станциях «Чара» и «Бодайбо»

Характеристики акселерограмм Чарского-IV землетрясения (рис. 7) и амплитудно-частотных спектров Фурье (рис. 8) показали, что ощутимые макросейсмические эффекты наблюдаются при небольшой продолжительности колебаний $\tau = 1.3 \text{ с}$ на станции «Чара» и 5.6 с – в «Бодайбо» (на уровне $0.5 A_{max}$). Максимальные спектральные ускорения для этого землетрясения, равные $S_{max} = 0.62 \text{ см/с}^2$ на станции «Чара» и 0.16 см/с^2 – в «Бодайбо», были отмечены на частотах $f_{Smax} = 1$ и 4 Гц соответственно (табл. 4, рис. 8).

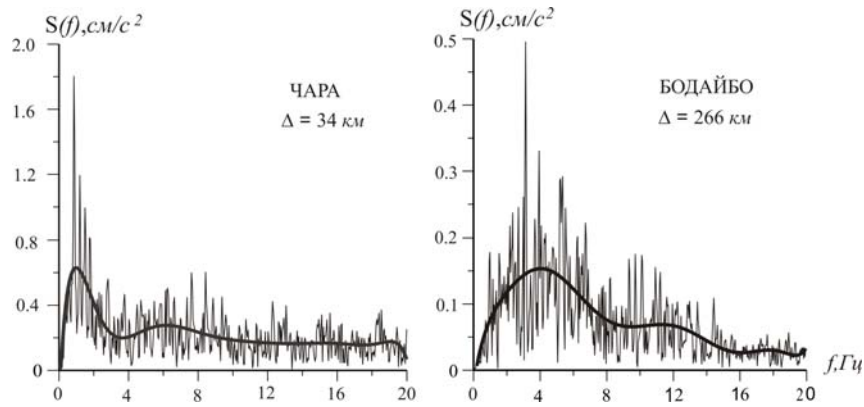


Рис. 8. Амплитудные спектры акселерограмм Чарского-IV землетрясения (жирной линией выделен сглаженный спектр)

Таблица 4. Инструментальные данные о сильных движениях грунтов при Чарском-IV землетрясении 2 января 2005 г. с $K_p=13.8$, $MPSP=5.4$

Станция	Составляющая	Δ , км	Акселерограмма						Спектр акселерограммы (сглаженный)			
			A_{\max} , cm/s^2	T , с	f , Гц	τ , с на $0.5A_{\max}$	$I_{MMSK-92}$	$I_{\text{макр}}$	S_{\max} , cm/s^2	fS_{\max} , Гц	Δf , Гц ($0.7S_{\max}$)	Δf , Гц ($0.5S_{\max}$)
Чара	N	34	6.8	0.14	7.0	1.3	4	5	0.62	1.0	0.5–2.0	0.3–2.2
Бодайбо	N	266	1.2	0.21	4.8	5.6	2	3–4	0.16	4.0	1.7–6.7	1.0–8.0

Примечание. Δ – эпицентральный расстояние; A_{\max} , T , f – максимальная амплитуда акселерограммы и соответствующие ей период и частота; τ – ширина импульса на уровне $0.5A_{\max}$; $I_{MMSK-92}$, $I_{\text{макр}}$ – интенсивность в баллах по инструментальной части шкалы MMSK-92 [17] и по наблюдаемым макросейсмическим данным соответственно; S_{\max} и fS_{\max} – максимальная амплитуда спектра ускорений и соответствующая ей частота; Δf – граничные частоты спектра на уровнях $0.7S_{\max}$ и $0.5S_{\max}$.

Сопоставление оценок интенсивности сотрясений, сделанных по наблюдаемым макросейсмическим эффектам и по инструментальным записям, позволяет говорить об их недостаточно удовлетворительном соответствии. Если судить по максимальным значениям ускорений, зафиксированным на акселерограммах станций «Чара» и «Бодайбо» (табл. 4), то, согласно шкале MMSK-92, ожидаемая при таких ускорениях интенсивность сотрясений I должна составить $I_{\text{расч}}=4$ и 2 балла соответственно. В действительности же наблюдаемая макросейсмическая интенсивность $I_{\text{набл}}$ составила $I_{\text{набл}}=5$ баллов в Чаре и 3–4 балла – в Бодайбо. Отчасти подобное расхождение можно объяснить несовершенством системы сбора макросейсмических данных и их неполнотой, а также влиянием локальных инженерно-геологических условий. Тем не менее, учитывая опыт обследования недавних сильных землетрясений Прибайкалья, можно говорить о необходимости создания нового регионального уравнения, более точно связывающего инструментальные и макросейсмические данные.

В заключение отметим, что описанное выше Чарское-IV землетрясение в очередной раз доказало высокий сейсмический потенциал Чарской впадины и возможность реализации разных типов подвижек в очагах происходящих здесь сильных землетрясений. Данные, полученные об этом сейсмическом событии, дополнили информационную базу о сейсмичности северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны и будут полезны при оценке его сейсмической опасности.

Л и т е р а т у р а

1. 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) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 324–334.
2. Голенецкий С.И., Дреннова Г.Ф., Ружич В.В. Землетрясения 1994 г. в районе Чарской впадины на северо-восточном фланге Байкальского рифта // Физика Земли. – 1996. – № 12. – С. 130–139.

3. 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 за 2004 год // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – (На CD).
4. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2005.** – Berkshire: ISC, 2007. <http://www.isc.ac.uk/search/bulletin/>
5. Каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья в 2005 году по данным БФ ГС СО РАН // Землетрясения в России в 2005 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 100–112.
6. Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Радзиминович Я.Б., Папкова А.А. Очковская М.Г. Основные параметры форшока, главного толчка и афтершоков Чарского-IV землетрясения 2 января 2005 года с $MPSP=5.4$, $K_p=13.8$, $I_0=7$ (Прибайкалье) по станциям с $\Delta \leq 500$ км. (См. Дополнительные данные в Приложении к наст. сб. на CD).
7. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2005 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2006–2007.
8. Радзиминович Н.А., Балышев С.О., Голубев В.А. Глубина гипоцентров землетрясений и прочность земной коры Байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. – 2003. – 44. – № 11. – С. 1210–219.
9. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Радзиминович Н.А., Масальский О.К., Чечельницкий В.В. Сейсмичность Байкальской рифтовой зоны за период цифровой регистрации землетрясений (2001–2006 гг.) // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2009. – 36. – № 1. – С. 40–55.
10. Ружич В.В., Мишарина Л.А. Некоторые особенности сейсмичности и механизм очагов землетрясений Чаро-Муйского региона в сопоставлении с его геологическим строением // Сейсмические исследования в Восточной Сибири. – М.: Наука, 1981. – С. 12–28.
11. **Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы** (отв. ред. В.П. Солоненко). – Новосибирск: Наука, СО, 1977. – 303 с.
12. **Сеймотектоника, глубинное строение и сейсмичность северо-востока Байкальской рифтовой зоны** (отв. ред. В.П. Солоненко). – Новосибирск: Наука, СО, 1975. – 104 с.
13. **Живая тектоника, вулканы и сейсмичность Станового нагорья** (отв. ред. В.В. Солоненко). М.: Наука, 1966. – 224 с.
14. Мельникова В.И., Радзиминович Н.А. (отв. сост.), Татомир Н.В., Добрынина А.А. Каталог механизмов очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2004 год // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – (На CD).
15. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
16. Радзиминович Я.Б. Координаты пунктов-баллов ($N=55$) макросейсмического поля Чарского-IV землетрясения 2 января 2005 года с $MPSP=5.4$, $K_p=13.8$, $I_0=7$ (Прибайкалье). (См. Дополнительные данные в Приложении к наст. сб. на CD).
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.