

ПРИАМУРЬЕ И ПРИМОРЬЕ

Н.С. Коваленко¹, Т.А. Фокина¹, Д.А. Сафонов^{1,2}¹Сахалинский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Южно-Сахалинск kovalenko@seismo.sakhalin.ru²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, d.safonov@imgg.ru

Аннотация. Представлен обзор сейсмичности Приамурья и Приморья за 2012 г. на основе данных сети сейсмических стационарных станций Сахалинского филиала ГС РАН. Приведены карты представительности землетрясений (M_{\min}), эпицентров землетрясений и взрывов. Даны распределение коровых землетрясений по энергетическому классу, а глубоководных – по магнитуде $MPVA$ и суммарное количество выделившейся сейсмической энергии по шести сейсмоактивным районам. Для каждого района описана сейсмическая обстановка. Для двух землетрясений определен механизм очага. Для одного землетрясения приведены результаты макросейсмического обследования.

Abstract. The annual review of seismicity for Priamurye and Primorye based on data of permanent seismic stations Sakhalin branch of GS RAS 2012 is submitted. Maps of complete representativeness (M_{\min}), map of earthquakes and explosions are given. Distribution of shallow earthquakes on an energy class, and deep-focused on magnitude $MPVA$ and total quantity of the released seismic energy on six seismoactive areas are given. For each area seismic conditions are described. For two earthquakes the source mechanism is defined. For one earthquake the results of macroseismic observations are given.

Сеть станций. Условия для непрерывной регистрации землетрясений на территории Приамурья и Приморья в 2012 г., по сравнению с таковыми в 2011 г. [1], несколько изменились.

Как и прежде, на территории региона продолжили свою работу восемь аналоговых сейсмических станций: «Бомнак» (ВМКР), «Кировский» (KROS), «Октябрьский» (ОСТВ), «Зея» (ZEA), «Горный» (GRNR), «Экимчан» (ЕКМР), «Николаевск-на-Амуре» (NKL), «Терней» (ТЕУ). Изменения в оснащении коснулись только сейсмической станции «Терней», где 30 сентября аналоговый комплект регистрирующей аппаратуры был остановлен и снят с дальнейшей регистрации [2].

На трех станциях: «Горный», «Зея», «Терней» велась параллельная регистрация цифровыми комплектами аппаратуры. Три станции: «Хабаровск» (KHBR), «Горнотаежное» (GRTR), «Охотск» (ОКНТ) были чисто цифровыми. Данные о станциях и параметры аппаратуры приведены в [2], их положение показано на рис. 1.

В целях экономии осциллографной фотобумаги на станциях «Зея», «Экимчан», «Кировский», «Октябрьский», «Бомнак» в конце 2011–начале 2012 гг. была в два раза уменьшена скорость развертки записи регистрирующих комплектов СКМ-3, со 120 мм/мин до 60 мм/мин [3]. Переход на пониженную скорость развертки комплектов СКМ-3 осложнил процесс идентификации волновых форм и в итоге сказался на результатах сводной обработки в виде дефицита слабых событий ($K_p < 8.0$) в каталоге [4]. Трудности в сводной обработке возникали

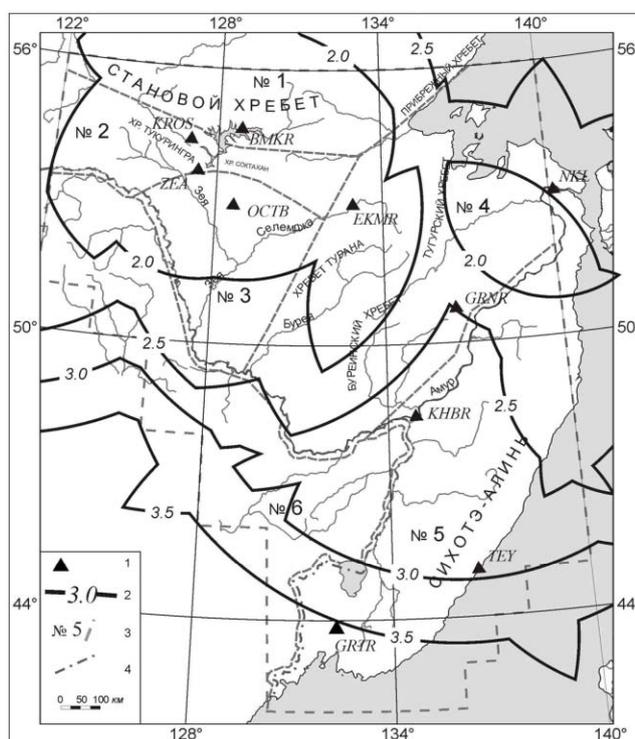


Рис. 1. Карта магнитудной представительности землетрясений M_{\min} , Приамурья и Приморья в 2012 г.

1 – сейсмическая станция; 2 – изолиния M_{\min} ; 3 – номер и граница района; 4 – граница региона.

также по причине использования различных служб точного времени на разных станциях: GPS, радиостанции «Маяк» и «Радио России». К сожалению, не обошлось без простоев в работе некоторых станций. Наиболее длительный простой отмечен на сейсмической станции «Октябрьский». Станция не работала в течение второй и третьей декады июня и весь июль, что несомненно отразилось на результатах сводной обработки в этот период времени.

Карта представительности M_{\min} в 2012 г. не претерпела изменений по сравнению с таковой в 2011 г.

Несмотря на некоторые изменения условий регистрации, действующая в 2012 г. сеть станций (рис. 1) обеспечила в районе станций «Кировский», «Бомнак», «Зея», «Ясный», «Экимчан» представительный уровень магнитуды $M_{\min}=2.0$ ($K_{\min}\approx 8$). На значительной территории Приамурья и Приморья не должны быть пропущены землетрясения с $M_{\min}=3$ ($K_{\min}\approx 9$), но в южной части региона (на большей части территории ответственности в Китае) уверенно могут регистрироваться лишь события с $M_{\min}=3.5$ ($K_{\min}\approx 10$). Пересчет классов K_p в магнитуды выполнен по формуле Т.Г. Раутиан из [5]: $M_{\text{расч}}=(K_p-4)/1.8$.

Методика обработки. Для локации землетрясений региона привлекались данные всех сейсмических станций сети Сахалинского филиала ФИЦ ЕГС РАН: Приамурья и Приморья [2], Сахалина [6], Курил [7], а также станционные бюллетени Прибайкалья, Якутии, Сейсмологический бюллетень ГС РАН (MOS) [8] и сведения агентств IDC, NEIC, JMA, ISC из [9].

Методика обработки данных [10–15], границы региона и сейсмоактивных районов [16] не изменились по сравнению с таковыми в 2011 г. [1].

В региональный каталог [4], схема содержания которого изображена на рис. 2, включены основные параметры 484 сейсмических событий, из них 267 – коровые ($h=4-26$ км) землетрясения, 7 – глубокофокусные – с $h=360-510$ км, а 210 событий отнесено к категории «возможно взрыв».

На рис. 3 дано помесечное распределение взрывов, землетрясений и всех событий вместе. Как видим, наибольшее число ($N=37$) тектонических землетрясений зарегистрировано в январе, наименьшее ($N=15$) – в июле.

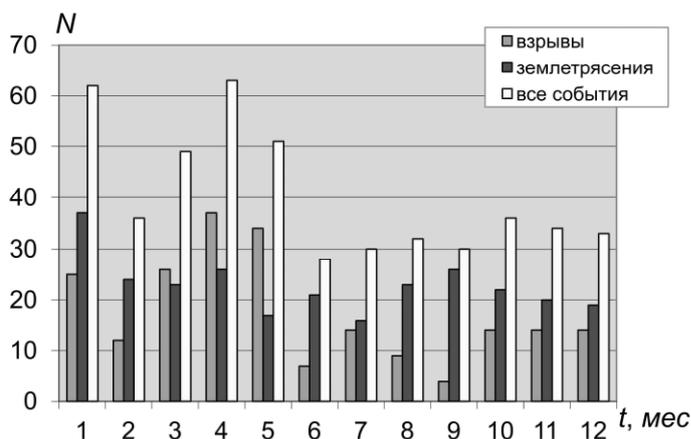


Рис. 3. Распределение ежемесячных чисел взрывов, землетрясений и всех сейсмических событий Приамурья и Приморья в 2012 г.

Не зарегистрированы взрывы в районе Чегдомына.

Суммарное число взрывов на территории Приамурья и приграничного Китая уменьшилось почти в 3 раза по сравнению с таковым в 2011 г. ($N=621$) [1, 18] и составило ($N=210$) [4]. Основной причиной уменьшения числа регистрируемых слабых ($K_p < 8.0$) взрывов являются



Рис. 2. Схема содержания каталога землетрясений Приамурья и Приморья в 2012 г.

Взрывы. Методика обработки взрывов не изменилась: продолжалась работа по распознаванию записей промышленных взрывов в соответствии с рекомендациями из [17]. Но, как и ранее, надо признать, что не всегда уверенно можно было идентифицировать события и, возможно, небольшая часть взрывов попала в категорию тектонических землетрясений. Изменения в местоположении площадок взрывных работ и карта эпицентров событий «возможно взрыв» представлены на рис. 4. Большая часть площадок не претерпела изменений в расположении по сравнению с таковым в 2011 г. Немного видоизменились площадки на границе с Якутией.

вышеприведенные обстоятельства, связанные с изменившимися условиями регистрации. В Приморском крае взрывы малых энергий не регистрируются по причине слабой оснащённости территории сейсмическими станциями.

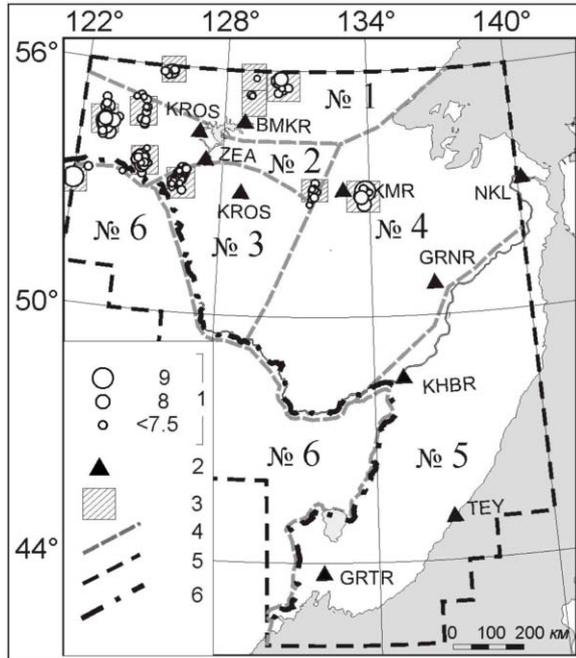


Рис. 4. Карта эпицентров взрывов на территории Приамурья и Приморья в 2012 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – сейсмическая станция; 3 – площадка взрывных работ; 4 – граница условного района; 5 – граница региона Приамурья и Приморья; 6 – государственная граница.

но взрывов в Зейско-Селемджинском районе № 3. Число взрывов в Турано-Буреинском районе составило $N=15$, что соразмерно с таковым ($N=18$) в 2011 г. В Приграничном районе № 6 (на территории КНР) число зарегистрированных взрывов значительно уменьшилось (с $N=11$ в 2011 г. до $N=3$ в 2012 г.). В районе № 5 существующей сетью станций взрывы не зарегистрированы.

Таблица 1. Распределение числа взрывов в регионе Приморья и Приамурья в 2012 г.

№	Район	N_{Σ}	$K_{\min}-K_{\max}$
1	Становой	18	5.9–8.4
2	Янкан-Тукурингра Джагдинский	141	5.5–8.1
3	Зейско-Селемджинский	33	5.6–7.7
4	Турано-Буреинский	15	6.1–9.0
5	Сихотэ-Алиньский	0	
6	Приграничный	3	6.1–9.0
	Всего	210	5.5–9.0

Карта эпицентров землетрясений представлена на рис. 5, где наибольшая плотность эпицентров коровых землетрясений наблюдается в западной и северо-западной частях региона.

Продолжалась афтершоковая активность в очаге Сковородинского землетрясения, где 14.10.2011 г. произошло самое сильное ($MLH=6.2$) за весь период инструментальных наблюдений коровое землетрясение с интенсивностью до 7–8 баллов по шкале MSK-64 [19]. Интенсивность сотрясений наиболее сильного ($K_p=11.2$) афтершока (3) в пос. Сковородино 22 сентября в 10^h56^m не превышала $I=2$ баллов. На ранее спокойной территории Амурско-Зейской равнины зарегистрированы немногочисленные землетрясения умеренных энергий. Сейсмическое зати-

Число техногенных событий в 2012 г. составило 43.6 % от общего числа зарегистрированных событий. Высокая активность взрывных работ отмечается в апреле ($N=37$) и в мае ($N=34$) (рис. 3). Диапазон энергетических классов взрывов составил $K_p=5.5-9.0$, а величина их суммарной сейсмической энергии равна $\Sigma E_{\text{взр}}=0.0052 \cdot 10^{12}$ Дж, что в 3 раза ниже суммарной энергии взрывов за 2011 г. ($\Sigma E_{\text{взр}}=0.0155 \cdot 10^{12}$ Дж [1]) и составляет менее 0.01 % годовой суммарной сейсмической энергии коровых землетрясений за 2012 г.

Два наиболее сильных взрыва с $K_p=9.0$ были зарегистрированы на площади Албынского рудника, что восточнее Экимчана (8 февраля в 02^h10^m), и на западной приграничной территории Китая, в районе карьера «Гулянь» (11 марта в 09^h26^m).

Распределение взрывов по районам региона представлено в табл. 1. Уменьшение числа зарегистрированных взрывов в 2012 г. наблюдалось практически во всех районах региона. В 10 раз их число уменьшилось в Становом районе № 1 (с $N=182$ в 2011 г. до $N=18$ в 2012 г.); в 2 раза меньше взрывов зарегистрировано в Янкан-Тукурингра-Джагдинском районе № 2 (с $N=285$ в 2011 г. до $N=141$ в 2012 г.). На 73.6 % меньше зарегистрирова-

ше наблюдается в центральной и северной областях хребта Сихотэ-Алинь. Центральная часть региона характеризуется умеренным, фоновым уровнем сейсмической активности.

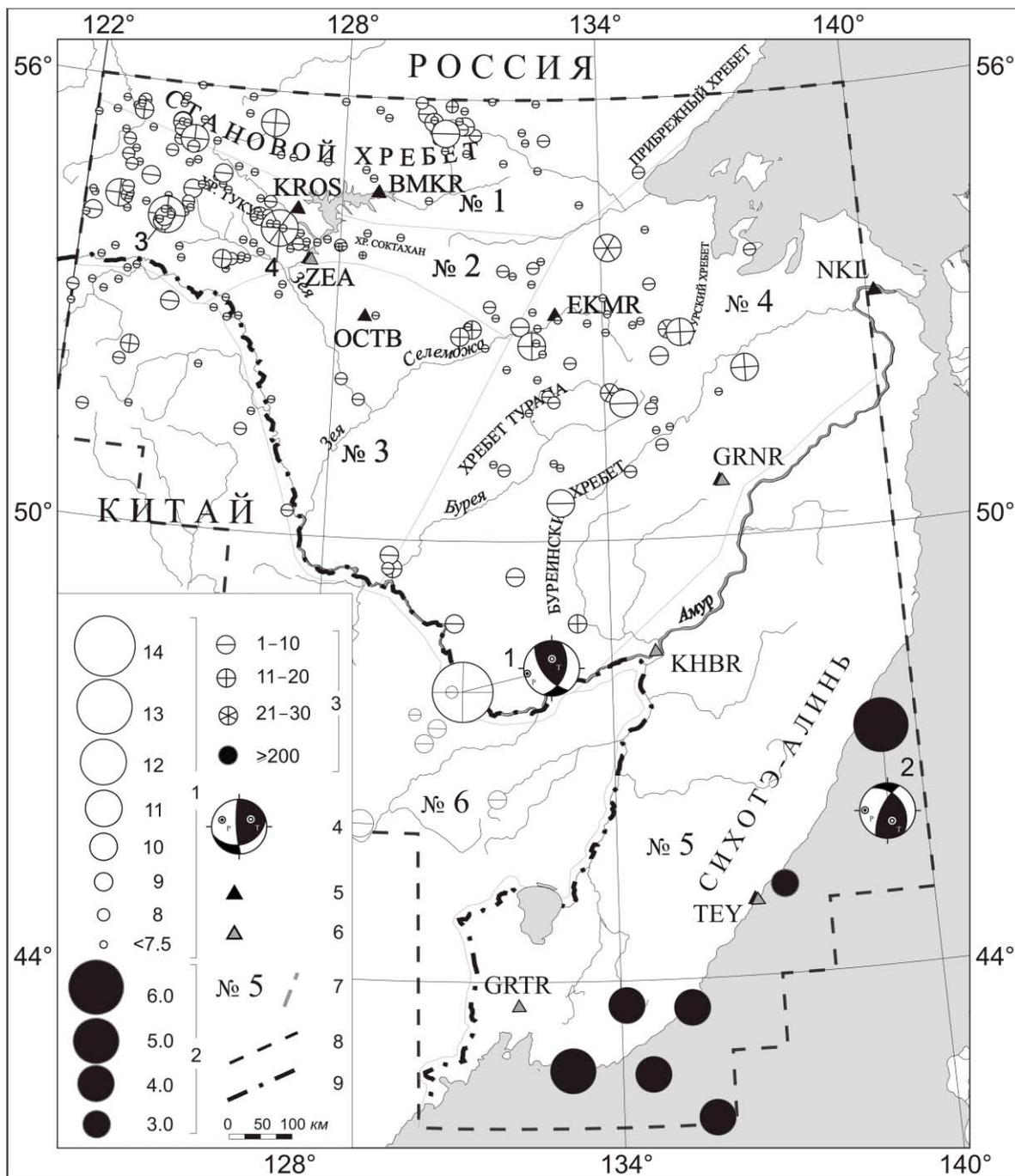


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Приамурья и Приморья в 2012 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2 – магнитуда $MPVA$; 3 – глубина h гипоцентра, км; 4 – диаграмма механизма очага, нижняя полусфера, зачернена область волн сжатия; 5, 6 – аналоговая и цифровая сейсмическая станция соответственно; 7 – номер и граница условного района; 8 – государственная граница.

Среди коровых землетрясений наиболее значительным событием 2012 г. стало ощутимое землетрясение (1), которое произошло близ российско-китайской границы 18 июня в 05^h11^m с $K_p=13.7$, $MLH=4.9$ и $h=18$ км. В его очаге, принадлежащем к разветвленной системе разломов Тан-Лу [20], локализованном на глубине $h=18\pm 4$ км, выделилась энергия $\Sigma E=50.12 \cdot 10^{12}$ Дж, что составляет 99.2 % от всей годовой энергии коровых землетрясений в регионе. Событие сопровождалось одним явным и близким ($\Delta=16.4$ км) афтершоком с $K_p=7.8$ в 06^h57^m того же дня.

Согласно [21], механизм очага землетрясения характеризуется подвижкой типа взброс [21]. Его диаграмма приведена на карте эпицентров (рис. 5).

В табл. 2 размещены макросейсмические сведения [22] о данном землетрясении.

Таблица 2. Макросейсмические данные о землетрясении 18 июня 2012 г. в 05^h11^m с $K_p=13.7$, $MLH_{\text{рег}}=4.9$, $h=18$ км, $\varphi_n=47.95^\circ\text{N}$, $\lambda_n=130.97^\circ\text{E}$

№	Пункт	Δ , км	r , км	φ°, N	λ°, E	№	Пункт	Δ , км	r , км	φ°, N	λ°, E
<u>5 баллов</u>						<u>3–4 балла</u>					
1	Союзное	8	19.7	47.90	130.92	6	Благословенное	37	41.1	47.77	131.38
2	Столбовое	8	19.7	47.91	131.06	<u>3 балла</u>					
<u>4 балла</u>						7	Биджан	71	73.2	47.97	131.93
3	Екатерино-Никольское	22	28.4	47.75	130.97	8	Кульдур	153	154.0	49.23	131.75
4	Полевое	24	30.0	47.84	131.25	9	Биробиджан	171	171.9	48.81	132.90
5	Амурзет	30	35.0	47.69	131.09	<u>2 балла</u>					
						10	Хабаровск	311	311.5	48.50	135.09

Примечание. Δ , r – эпи- и гипоцентральные (при $h=18$ км) расстояния соответственно.

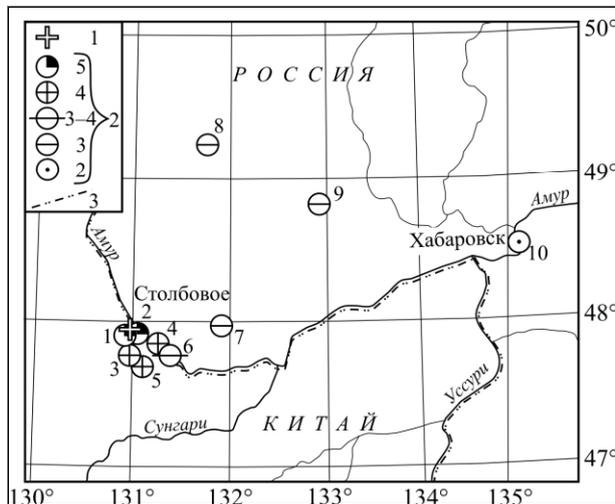


Рис. 6. Распределение интенсивности сотрясений от землетрясения 18 июня 2012 г. на пограничной территории России и Китая

1 – инструментальный эпицентр; 2 – интенсивность сотрясений по шкале MSK-64; 3 – государственная граница.

Глубокофокусная сейсмичность представлена лишь немногочисленными ($N=7$) землетрясениями на юге Приморья и шельфовой части Японского моря (рис. 5).

Самое сильное глубокофокусное землетрясение 2012 г. (2) произошло 29 июля в 09^h20^m ($MPVA=6.5$, $h=504\pm 8$ км). Эпицентр землетрясения находился в районе северной части шельфа Японского моря. В его очаге выделилась энергия, равная $\Sigma E=2.47 \cdot 10^{15}$ Дж. Механизм очага землетрясения характеризуется подвижкой типа взброс (рис. 5).

В табл. 4 приведено распределение коровых землетрясений по энергетическим классам K_p и суммарная сейсмическая энергия ΣE по данным каталогов Приморья и Приамурья за 2000–2012 гг. [18], а на рис. 7 показаны годовые числа коровых землетрясений и суммарная сейсмическая энергия за этот период. Сравнение значений N_{Σ} и ΣE за 2000–2012 гг. проводится для землетрясений с $K_p \geq 7.6$. Здесь следует заметить, что, несмотря на проведенные работы по выявлению взрывов, в число тектонических землетрясений могут входить и техногенные события, которые не удалось выявить при обработке. Энергетический класс промышленных взрывов на территории Приамурья и Приморья в редких случаях превышает $K_p=8.5$.

Как следует из табл. 3, число коровых землетрясений ($N=106$) с $K_p \geq 7.6$, зарегистрированных в регионе в 2011 г., существенно ниже их среднегодового значения ($N=199$) в период наблюдений 2000–2011 гг. Исходя из данных табл. 3 следует заметить, что выделившаяся суммарная сейсмическая энергия коровых землетрясений в 2011 г. значительно подняла средний показатель выделившейся энергии за последние двенадцать лет наблюдений.

Суммарная сейсмическая энергия за 2012 г., равная $\Sigma E=50.5 \cdot 10^{12}$ Дж, является достаточно высокой относительно средней энергии за период 2000–2010 гг. (рис. 7), несмотря на то, что снизилась в 50 раз по сравнению с таковой в 2011 г. ($\Sigma E=2519.4 \cdot 10^{12}$ Дж).

Таблица 3. Распределение коровых землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия ΣE за 2000–2012 гг. (с $K_p \geq 7.6$)

Год	K_p								N_{Σ}	$\Sigma E, 10^{12} \text{ Дж}$
	8	9	10	11	12	13	14	15		
2000	108	43	13	5	1				170	1.7
2001	131	35	10	3	2				181	2.8
2002	133	34	7	4	1				179	3.6
2003	193	44	17	1	6				261	9.1
2004	185	46	16	8	2	1			258	35.7
2005	138	52	15	5	5				215	8.9
2006	111	36	10	1	1				159	1.0
2007	100	50	7	3	4	2			166	46.2
2008	142	41	17	5	1		1		207	41.4
2009	121	46	19	9	2				197	3.5
2010	144	44	16	3	2	1			210	7.1
2011	94	53	27	8	2	1		1	186	2519.4
Сумма	1600	524	174	55	29	5	1	1	2389	2680.4
Среднее	133.3	43.7	14.5	4.6	2.4	0.4	0.1	0.1	199	223.4
2012	59	37	7	2			1		106	50.5

Графическое представление годовых оценок числа коровых землетрясений и суммарной энергии из табл. 3 дано на рис. 7.

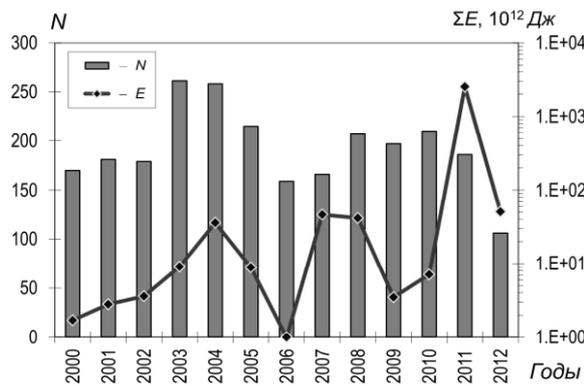


Рис. 7. Изменение ежегодного числа коровых землетрясений Приамурья и Приморья и суммарной сейсмической энергии ΣE за 2000–2012 гг.

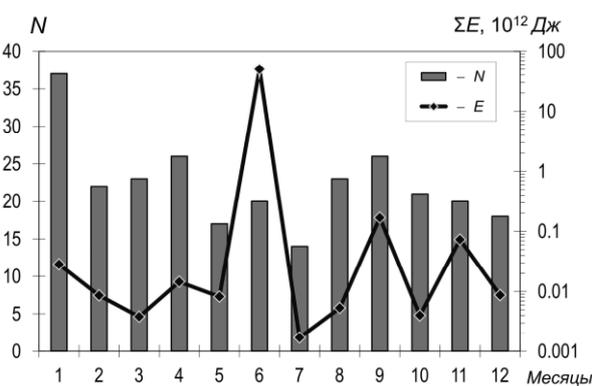


Рис. 8. Изменение числа коровых землетрясений и суммарной сейсмической энергии по месяцам 2012 г.

Число всех зарегистрированных **коровых землетрясений** в 2012 г. в регионе «Приамурье и Приморье» равно $N=267$, что на 40.8 % ниже результатов наблюдений 2011 г. ($N=451$) [1].

Наибольший всплеск коровой сейсмической энергии, согласно рис. 8, пришелся на июнь месяц, когда произошло ощутимое землетрясение на границе с Китаем с $M=4.9$, в результате которого выделилось $\Sigma E=50.12 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$ энергии, что составляет 99.3 % от суммарной годовой сейсмической энергии коровых землетрясений.

В 2012 г. в регионе «Приамурье и Приморье» существующей сетью станций зарегистрировано семь **глубокофокусных землетрясений**, что в 2.3 раза больше, чем в 2011 г. Суммарная сейсмическая энергия всех глубокофокусных землетрясений 2012 г. составила $\Sigma E=2472.61 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$, что в 5.4 раза выше выделившейся энергии в очагах глубоких землетрясений в 2011 г. [1]. Эпицентры всех глубокофокусных землетрясений располагались в акватории Японского моря, захватывая юг Приморского края, в районе № 5 (рис. 5).

В табл. 4 дано распределение числа коровых землетрясений по энергетическому классу K_p , а глубокофокусных – по магнитуде $MPVA$, а также рассчитана суммарная сейсмическая энергия по районам региона за 2012 г. Наибольшее число ($N=120$) землетрясений с очагами в земной ко-

ре, как и в 2011 г., произошло в Янкан-Тукурингра-Джагдинском районе (№ 2). Ни одного корового землетрясения в 2012 г. не было зарегистрировано в Сихотэ-Алиньском районе (№ 5).

Таблица 4. Распределение коровых землетрясений по энергетическому классу K_p , глубокофокусных – по магнитуде $MPVA$ и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам Приамурья и Приморья в 2012 г.

$h \leq 30 \text{ км}$														
№	Районы	K_p										N_Σ	$\Sigma E, 10^{12} \text{ Дж}$	
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	Становой		16	26	10	7	3						62	0.022
2	Янкан-Тукурингра-Джагдинский	1	18	61	25	12	1	2					120	0.257
3	Зейско-Селемджинский		4	6	4	2							16	0.003
4	Турано-Буреинский		4	18	14	10	3				1		50	50.170
5	Сихотэ-Алиньский													
6	Приграничный			7	6	6							19	0.012
	Всего	1	42	118	59	37	7	2	0	0	1	267	50.464	

$h \geq 200 \text{ км}$							
№	Районы	$MPVA$				N_Σ	$\Sigma E, 10^{12} \text{ Дж}$
		4	5	6	7		
5	Сихотэ-Алиньский	5	1	1		7	2472.61
6	Приграничный						
	Всего	5	1	1	7	5	2472.61

Примечание. При составлении таблицы величина глубокофокусных землетрясений приводилась к магнитуде MS путем пересчета из магнитуды $MPVA$ по следующим соотношениям: $MS=1.77 \cdot MPVA-5.2$ ($70 \text{ км} < h \leq 390 \text{ км}$); $MS=1.85 \cdot MPVA-4.9$ ($h > 390 \text{ км}$), затем рассчитывалась по формуле Гуттенберга-Рихтера: $\lg E, \text{ Дж} = 4.8 + 1.5 MS$ [23].

На рис. 9 приведены распределения числа коровых землетрясений и суммарной сейсмической энергии по районам региона, а на рис. 10 показано сравнительное распределение величины сейсмической энергии по районам за 2011–2012 гг. Максимальное количество (99.4 %) высвобожденной сейсмической энергии коровых землетрясений отмечено в Турано-Буреинском районе (№ 4) (табл. 3, рис. 9 и 10).

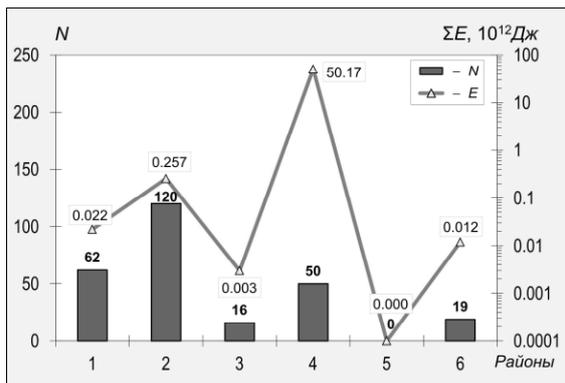


Рис. 9. Распределение числа коровых землетрясений (1) и суммарной сейсмической энергии (2) ΣE по шести районам Приамурья и Приморья в 2012 г.

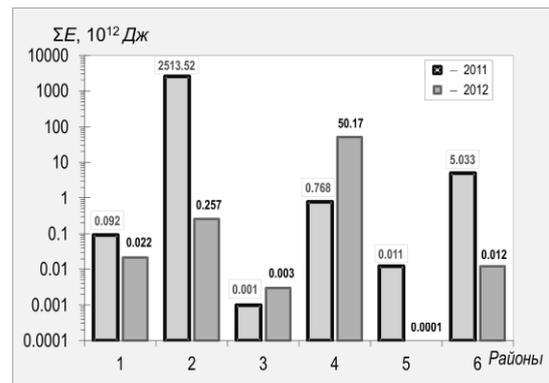


Рис. 10. Изменение суммарной сейсмической энергии ΣE коровых землетрясений по районам Приамурья и Приморья в 2011–2012 гг.

Далее приводится обзор сейсмичности в каждом из условно выделенных районов региона. В **Становом районе (№ 1)** в 2012 г. уровень сейсмической активности продолжал снижаться. Здесь зарегистрировано 62 коровые землетрясения, что почти в два раза меньше числа зарегистрированных землетрясений в 2011 г. ($N=119$) [1]. Одной из причин снижения числа зарегистрированных землетрясений низких энергетических классов ($K_p < 8$) является переход на пониженную скорость развертки комплектов СКМ-3.

Суммарная сейсмическая энергия, равная $\Sigma E=0.022 \cdot 10^{12}$ Дж, в 4.2 раза ниже соответствующей величины ($\Sigma E=0.092 \cdot 10^{12}$ Дж [1]) в 2011 г. (табл. 4, рис. 9 и 10). Энергетический класс землетрясений в данном районе не превышал $K_p=9.8$. Землетрясение такого класса произошло 6 ноября в $11^{\text{h}}08^{\text{m}}$ с $h=16$ км. Эпицентр землетрясения располагался вблизи г. Тынды.

Еще одно заметное ($K_p=9.7$) землетрясение произошло 23 мая в $07^{\text{h}}27^{\text{m}}$ в центральной части Станового хребта на глубине $h=14$ км (рис. 5).

В течение всего 2012 г. регистрировались слабые ($K_p \geq 5.6$) события северо-восточнее Бомнака (рис. 5). Весьма вероятно, что небольшая часть событий этих мест имеет техногенное происхождение.

Крайняя восточная часть района слабо оснащена сейсмическими станциями и отчасти по этой причине имеет дефицит событий низких энергетических классов.

В Янкан-Тукурингра-Джагдинском районе (№ 2) в 2012 г. сейсмическая активность значительно снизилась по сравнению с таковой в 2011 г. [1], когда 14.10.2011 г. произошло сильное Сковородинское землетрясение с $MLH=6.2$ [24].

Отчасти на показатель числа зарегистрированных событий (так же, как и в районе № 2) повлияли изменения условий регистрации слабых землетрясений (описание см. выше).

Всего в районе № 2 в 2012 г. было зарегистрировано $N=120$ коровых землетрясений (табл. 4, рис. 9 и 10), что почти в 2 раза меньше, чем в 2011 г. ($N=232$), а количество выделившейся суммарной сейсмической энергии в данном районе сократилось на 4 порядка по сравнению с таковой в 2011 г. ($\Sigma E=2.57 \cdot 10^{11}$ Дж вместо $\Sigma E=2.513 \cdot 10^{15}$ Дж [1]).

Наиболее плотно эпицентры землетрясений расположились к западу от Зейского водохранилища. В итоге наиболее активным на территории района остается Тукурингро-Джагдинский пояс, к которому относится и очаг Сковородинского землетрясения. В его очаге в течение всего года продолжался афтершоковый процесс, где было зарегистрировано 29 афтершоков с разбросом по энергетическому классу $K_p=6.8-11.2$. Из них наиболее сильный ($K_p=11.2$) афтершок (3) реализовался 22 сентября в $10^{\text{h}}56^{\text{m}}$ с $h=18 \pm 6$ км. Интенсивность вызванных им сотрясений в г. Сковородино составила 2 балла.

В непосредственной близости к южной части Зейского водохранилища, в отрогах хр. Тукурингра 1 ноября в $04^{\text{h}}57^{\text{m}}$ зарегистрировано землетрясение (4) с $h=22 \pm 4$ км и с $K_p=10.8$. Сведений по интенсивности не поступало.

Восточная часть района находится в спокойном сейсмическом состоянии. Энергетический класс расположенных здесь малочисленных эпицентров землетрясений не превышает $K_p=7.6$.

В Зейско-Селемджинском районе (№ 3) в 2012 г. число зарегистрированных землетрясений соизмеримо с таковым в 2011 г. ($N=16$ в 2012 г. против $N=17$ в 2011 г. [1]), количество суммарной сейсмической энергии района немного возросло (с $\Sigma E=0.001 \cdot 10^{12}$ Дж в 2011 г. [1] до $\Sigma E=0.003 \cdot 10^{12}$ Дж в 2012 г. (табл. 4, рис. 9 и 10)).

Небольшая группа землетрясений расположилась в северо-восточной части Амурско-Зейской равнины. Наиболее сильное ($K_p=9.2$) землетрясение здесь произошло 21 декабря в $01^{\text{h}}12^{\text{m}}$ с $h=11 \pm 2$ км.

Зейско-Буреинская равнина являлась в 2012 г. асейсмичной зоной.

Эпицентры немногочисленных слабых ($K_p=6.2-8.0$) землетрясений зарегистрированы в северо-западной и центральной частях района (рис. 5). Некоторое слабое проявление сейсмичности отмечено также вдоль границы с КНР.

В Турано-Буреинском районе (№ 4) в 2012 г. зарегистрирован самый высокий уровень сейсмической энергии в регионе. Несмотря на то, что число зарегистрированных землетрясений немного уменьшилось ($N=50$) по сравнению с таковым в 2011 г. ($N=58$), количество выделившейся суммарной сейсмической энергии значительно возросло и составило $\Sigma E=50.170 \cdot 10^{12}$ Дж, что в 65 раз выше соответствующей ($0.768 \cdot 10^{12}$ Дж [1]) величины в 2011 г. (табл. 4, рис. 9 и 10).

Самое сильное ощутимое ($I_{\text{max}}=5$ баллов) землетрясение (1) в данном районе и в регионе в целом произошло 18 июня в $05^{\text{h}}11^{\text{m}}$ с $MLH=4.9$. Сведения об этом землетрясении приведены выше.

Наибольшая плотность эпицентров землетрясений наблюдается в север-северо-западной части района. Наиболее сильное ($K_p=10.3$) землетрясение в этой группе произошло 28 июня в $12^{\text{h}}28^{\text{m}}$ с $h=17 \pm 7$ км восточнее Экимчана.

Небольшое скопление слабых землетрясений с $K_p \leq 8.7$ зарегистрировано в устье р. Буря.

Энергетический класс остальных землетрясений, эпицентры которых более или менее равномерно рассеяны по территории района, исключая асейсмичную восточную и юго-восточную части района, не превышал $K_p=9.5$

В **Сихотэ-Алиньском районе (№ 5)** в 2012 г. не зарегистрировано ни одного землетрясения в земной коре (в 2011 г. число таких землетрясений равнялось $N=5$, суммарная сейсмическая энергия составила $\Sigma E=0.012 \cdot 10^{12}$ Дж [1]). Надо заметить, что на данной территории уверенно могут регистрироваться события лишь с $K_{\min} \approx 10$ (рис. 1).

Число глубокофокусных землетрясений в районе в 2012 г. возросло (с $N=3$ в 2011 г. до $N=7$ в 2012 г.). Эпицентр землетрясения 23 октября в $09^{\text{h}}20^{\text{m}}$ с $MPVA=3.9$ и $h=450$ км находился на континентальной части юга Приморского края, остальные располагались на шельфе Японского моря (рис. 5).

Суммарная сейсмическая энергия глубокофокусных землетрясений района повысилась в 5 раз по сравнению с таковой в 2011 г. и составила $\Sigma E=2.47 \cdot 10^{15}$ Дж (табл. 4).

Наиболее сильное ($MPVA=6.5$) глубокофокусное ($h=504 \pm 8$ км) землетрясение (2) произошло 29 июля в $09^{\text{h}}20^{\text{m}}$ (более подробное описание приведено выше).

К сожалению, существующая сеть станций не позволяла надежно регистрировать глубокофокусные землетрясения низких магнитуд ($MPVA < 4.0$), относящиеся к Приморской части Камчатско-Курило-Японской зоны.

В **Приграничном районе (№ 6)** число коровых землетрясений ($N=19$) соизмеримо с показателем в 2011 г. ($N=20$) [1]. Несмотря на это, суммарная сейсмическая энергия коровых землетрясений, равная $\Sigma E=0.012 \cdot 10^{12}$ Дж (табл. 4, рис. 9 и 10), снизилась в 419 раз по сравнению с таковой в 2011 г. ($\Sigma E=5.033^{12}$ Дж [1]).

Самое заметное коровое землетрясение в данном районе с $K_p=9.5$ произошло 14 февраля в $01^{\text{h}}24^{\text{m}}$ на территории КНР, восточнее Харбина. Очаг землетрясения, принадлежащий к разломной зоне Тан-Лу [20], был локализован на глубине $h=10$ км. Также к данной разломной зоне принадлежит несколько более слабых землетрясений с $K_p=7.8-9.3$.

Западная часть района характеризуется слабой сейсмичностью. Энергетический класс происшедших здесь немногочисленных землетрясений не превышал $K_p=9.3$.

В Приграничном районе в 2012 г., как и в 2011 г., глубокофокусных землетрясений не зарегистрировано.

В заключение можно сказать, что в силу перечисленных выше причин, в каталоге 2012 г. региона «Приамурье и Приморье» заметен дефицит слабых событий ($K_p < 8.0$). Особенно это касается Станового района № 1 и Янкан-Тукурингра-Джагдинского № 2.

В 2012 г. Турано-Буреинский район (№ 4) стал доминирующим районом по уровню высвобожденной сейсмической энергии. Наблюдалось развитие сейсмической активности разлома Тан-Лу в его китайско-приграничной части. В течение всего года в Янкан-Тукурингра-Джагдинском районе (№ 2) продолжался афтершоковый процесс Сковородинского землетрясения 2011 г.

Заключение. В 2012 г. наблюдалось полное отсутствие землетрясений с очагами в земной коре и проявление несколько возросшей глубокофокусной сейсмичности в Сихотэ-Алиньском районе № 5.

В остальных районах сохранялся умеренный уровень сейсмической активности. Также особенностью 2012 г. явилось значительное уменьшение числа зарегистрированных техногенных событий.

Л и т е р а т у р а

1. Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2016. – С. 178–189.
2. Костылев Д.В. (отв. сост.). Сейсмические станции Приамурья и Приморья в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
3. Результаты комплексных сейсмологических работ (отчет СФ ГС РАН за 2012). – Южно-Сахалинск: Фонды СФ ФИЦ ЕГС РАН, 2012. – 144 с.
4. Коваленко Н.С. (отв. сост.), Авдеева Л.И., Донов Т.Я. (сост.). Каталог землетрясений и взрывов Приамурья и Приморья за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.

5. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
6. **Костылев Д.В. (сост.)**. Стационарные сейсмические станции и сеть цунами Сахалина в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
7. **Костылев Д.В. (сост.)**. Стационарные сейсмические станции Курило-Охотского региона, работавшие в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
8. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2012 год** [Электронный ресурс] / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2012–2013. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2012
9. **International Seismological Centre**, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
10. **Поплавская Л.Н., Бобков А.О., Кузнецова В.Н., Нагорных Т.В., Рудик М.И.** Принципы формирования и состав алгоритмического обеспечения регионального центра обработки сейсмологических наблюдений (на примере Дальнего Востока) // Сейсмологические наблюдения на Дальнем Востоке СССР. Методические работы ЕССН. – М.: Наука, 1989. – С. 32–51.
11. **Оскорбин Л.С., Бобков А.О.** Сейсмический режим сейсмогенных зон юга Дальнего Востока // Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Т. VI. (Проблемы сейсмической опасности Дальневосточного региона). – Южно-Сахалинск: ИМГиГ, 1997. – С. 179–197.
12. **Шолохова А.А., Оскорбин Л.С., Рудик М.И.** Землетрясения Приамурья и Приморья // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1987. – С. 135–139.
13. **Аптекман Ж.Я., Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И., Писаренко В.Ф., Поплавская Л.Н., Рудик М.И., Соловьёв С.Л.** Массовое определение механизмов очагов землетрясений на ЭВМ // Теория и анализ сейсмологических наблюдений (Вычислительная сейсмология. Вып. 12). – М.: Наука, 1979. – С. 45–58.
14. **Поплавская Л.Н., Нагорных Т.В., Рудик М.И.** Методика и первые результаты массовых определений механизмов очагов коровых землетрясений Дальнего Востока // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ГС РАН, 2001. – С. 95–99.
15. **Балакина Л.М., Введенская А.В., Голубева Н.В., Мишарина Л.А., Широкова Е.И.** Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. – М.: Наука, 1972. – 192 с.
16. **Габсатарова И.П.** Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г. // Землетрясения России в 2004 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 139.
17. **Годзиловская А.А.** Местные взрывы и землетрясения. – Личный архив, 2000. – 108 с.
18. **Каталоги землетрясений и взрывов Приамурья и Приморья за 2000–2011 гг.** // Землетрясения Северной Евразии за 2000–2011 гг. – Обнинск: ГС РАН, 2000–2016. – (на CD).
19. **Медведев С.В.** Международная шкала сейсмической интенсивности // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 151–162.
20. **Шатков Г.А., Вольский А.С.** Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2004. – 120 с.
21. **Сафонов Д.А. (отв. сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
22. **Коваленко Н.С. (отв. сост.), Лукаш Н.А. (сост.)**. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Приамурья и Приморья в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
23. **Gutenberg B., Richter C.** Magnitude and energy earthquakes // Ann. Di Geofisika. – 1956. – 1. – N 9. – P. 1–15.
24. **Сафонов Д.А., Коваленко Н.С., Радзиминович Я.Б.** Сковородинское землетрясение 14 октября 2011 г. с $K_p=15.4$, $M_w=6.0$, $I_0=8$ (Верхнее Приамурье) // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2016. – С. 405–417.