

## ПРИАМУРЬЕ И ПРИМОРЬЕ

**Н.С. Коваленко<sup>1</sup>, Т.А. Фокина<sup>1</sup>, Д.А. Сафонов<sup>1,2</sup>, Д.В. Костылев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Сахалинский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Южно-Сахалинск, [kovalenko@seismo.sakhalin.ru](mailto:kovalenko@seismo.sakhalin.ru)

<sup>2</sup>Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, [d.safonov@imgg.ru](mailto:d.safonov@imgg.ru)

**Аннотация.** Представлен обзор сейсмичности Приамурья и Приморья за 2014 г., составленный на основе данных сети стационарных сейсмических станций Сахалинского филиала ГС РАН и сопредельных российских и зарубежных сейсмологических агентств. Приводится детальное описание сейсмической обстановки по районам. Выполнен анализ сейсмической обстановки в 2014 г. в сравнении с данными многолетних наблюдений. В течение года в регионе зарегистрировано три ощутимых землетрясения. Наиболее значительное из них ( $I_{\max}=5$  баллов) произошло 12 апреля в 21<sup>h</sup>22<sup>m</sup> восточнее оз. Ханка, на территории Приморья, ранее находившейся в состоянии сейсмического затишья. Землетрясение стало результатом сдвиговой подвижки, которая произошла по субширотной либо субмеридиональной плоскости. По уровню высвобожденной сейсмической энергии Сихотэ-Алиньский район (№ 5), где высвободилось 57.3 % всей суммарной энергии коровых землетрясений региона, впервые занимает доминирующее положение. В 2014 г. в регионе наблюдается один из самых низких за последние 15 лет (2000–2014 гг., за исключением 2006 г.) показателей выделившейся сейсмической энергии коровых землетрясений. Уровень энергии глубокофокусной сейсмичности в 2014 г. также имеет низкие показатели. Согласно методике оценки уровня сейсмической активности по шкале СОУС\*09, в 2014 г. территория региона характеризуется фоновым пониженным уровнем сейсмической активности.

**Ключевые слова:** землетрясения, механизмы очагов, сейсмическая энергия.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2020.23.13

**Для цитирования:** Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Костылев Д.В. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 140–151. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.13

**Сеть станций.** В связи с продолжением работ по техническому переоснащению сейсмических станций, условия для непрерывной регистрации землетрясений в регионе Приамурья и Приморья в 2014 г. несколько изменились [1, 2]. На территории региона в течение 2014 г. инструментальные сейсмологические наблюдения проводились на 11 сейсмических станциях. На пяти станциях – «Бомнак» (BMKR), «Кировский» (KROS), «Октябрьский» (ОСТВ), «Зея» (ZEA), «Экимчан» (EKMR) – сохранилась аналоговая регистрация землетрясений. Во втором полугодии 2014 г. на четырех из них (кроме с/ст «Бомнак») были установлены цифровые акселерометры Guralp CMG-5TDE. В связи с тем, что акселерометрами невозможно регистрировать слабые землетрясения, характерные для данного региона, аналоговые регистраторы СКМ-3 на станциях «Бомнак», «Кировский», «Октябрьский», «Экимчан» продолжали функционировать. На сейсмостанции «Зея» 31 декабря 2014 г. аналоговый комплект регистрирующей аппаратуры был остановлен и снят с дальнейшей регистрации. Также в регионе продолжили регистрацию землетрясений семь цифровых сейсмических станций: «Горный» (GRNR), «Зея» (ZEA), «Терней» (TEY), «Хабаровск» (KHBR), «Горнотаежное» (GRTR), «Охотск» (ОКНТ), «Николаевск-на-Амуре» (NKL). Данные о станциях и параметры аппаратуры приведены в [2], их положение показано на рис. 1 (станция ОКНТ не отображена на карте, поскольку находится за пределами границ региона, выше 59° с.ш.). К сожалению, на сейсмостанциях KROS, NKL, ОСТВ, BMKR в процессе регистрации землетрясений имели место значительные простои, от 10 до 40 суток, что отразилось на результатах сводной обработки [1].

Карта представительности  $M_{\min}$  (здесь и далее под  $M_{\min}$  понимается минимальная представительная магнитуда по поверхностным волнам  $MLH$ ) в 2014 г. не претерпела существенных изменений по сравнению с таковой в 2013 г. [3]. Действующая в 2014 г. сеть станций обеспечила в районе станций «Кировский», «Бомнак», «Зея», «Ясный», «Экимчан» представительный уровень  $M_{\min}=2.0$  ( $K_{P\min}\approx 8$ ). Значения энергетических классов  $K_p$  в статье указаны по шкале Раутиан [4]. На значительной территории Приамурья и Приморья не должны быть пропущены землетрясения с  $M_{\min}=3$  ( $K_{P\min}\approx 9$ ), но в южной части региона, на большей части территории Китая, уверенно могут регистрироваться лишь события с  $M_{\min}=3.5$  ( $K_{P\min}\approx 10$ ) и выше [4].

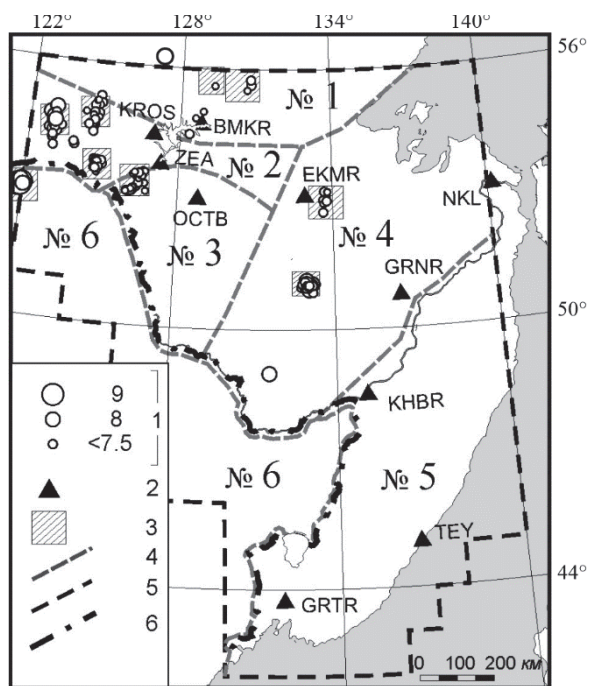


Рис. 1. Карта сейсмических станций и эпицентров взрывов на территории Приамурья и Приморья в 2014 г.

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.

на территории Приамурья и Приморья, 388 коровых ( $h=4-28$  км) землетрясений, два глубокофокусных с  $h=277-520$  км, а 152 события отнесены к категории «возможно взрыв». Из-за ограниченных возможностей сети станций в каталог не вошли сведения о четырех слабых глубокофокусных землетрясениях ( $h=341-360$  км) с магнитудой  $m_b < 3.6$ , расположенных на юге региона. Данные об этих событиях приводятся в дополнительном списке землетрясений [8].

Распределение ежемесячных чисел сейсмических событий Приамурья и Приморья в 2014 г. представлено на рис. 2.

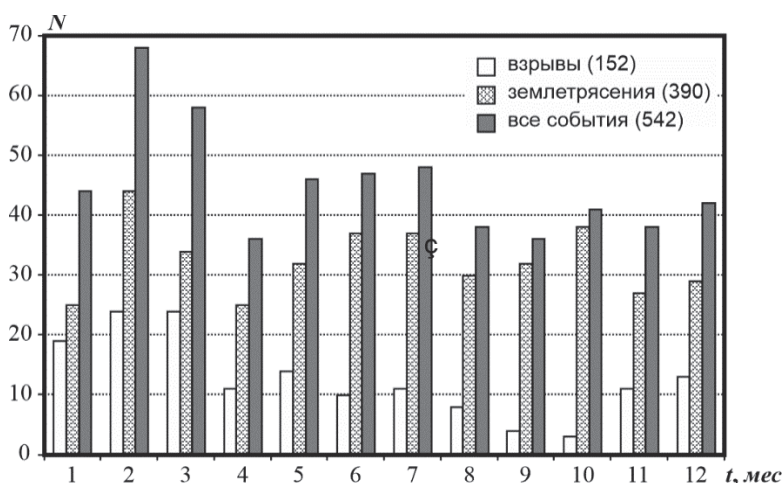


Рис. 2. Распределение ежемесячных чисел взрывов, землетрясений и всех сейсмических событий Приамурья и Приморья в 2014 г.

**Взрывы.** Методика обработки взрывов не изменилась – продолжалась работа по распознаванию записей промышленных взрывов в соответствии с рекомендациями в [15]. Изменения

**Методика обработки.** Для определения эпицентров землетрясений региона привлекались данные всех сейсмических станций сети Сахалинского филиала ГС РАН, расположенных на территориях Приамурья и Приморья, Сахалина, Курило-Охотского региона [1]; данные сейсмостанций ИТИГ ДВО РАН – «Чегдомын» (СНМН), «Ванино» (VNNI); данные сейсмических станций ЦО ГС РАН – «Кульдур» (KLR), «Мыс Шульца» (MSH); данные сейсмических станций Хоккайдо; станционные бюллетени Прибайкалья, Якутии; Сейсмологический бюллетень ФИЦ ГС РАН [5], сведения агентств ISC [6] и NEDC [7].

Методика обработки данных, представленных в региональном каталоге [8], изложена в [9–13]. Границы региона и сейсмоактивных районов [14] не изменились, по сравнению с указанными в статье за предыдущий год [3].

В региональный каталог землетрясений [8] включены основные параметры 557 сейсмических событий. Из них 15 событий, помеченных в графе «район» каталога как «вне», находятся за пределами зоны ответственности сети станций региона Приамурья и Приморья и в обзоре не анализируются.

Из общего числа событий ( $N=542$ ), зарегистрированных непосредственно на террито-

в местоположении площадок взрывных работ и карта эпицентров событий «возможно взрыв» представлены на рис. 1. Расположение большей части площадок не претерпело существенных изменений, по сравнению с таковым в 2013 г. [3]. Лишь в районе угольного карьера в окрестностях г. Хэгана на территории северного Китая, в 2014 г. взрывы, имевшие место в 2013 г., не были зарегистрированы. В результате суммарное число взрывов на территории Приамурья уменьшилось в 1.6 раза и составило  $N=152$ , по сравнению с таковым в 2013 г. ( $N=247$ ) [3]. Также не зарегистрированы взрывы в Приморском крае.

Число техногенных землетрясений в 2014 г. составило 28 % от общего числа зарегистрированных событий. Максимальная активность взрывных работ ( $N=24$ ) отмечалась в феврале и марте (рис. 2). Диапазон энергетических классов взрывов составил  $K_p=5.3-8.3$ , а величина их суммарной сейсмической энергии равнялась  $\Sigma E_{\text{взр}}=0.02 \cdot 10^{11}$  Дж, что в 37.5 раза меньше суммарной энергии взрывов за 2013 г. ( $\Sigma E_{\text{взр}}=0.75 \cdot 10^{11}$  Дж [3]). Вся выделившаяся энергия взрывов составляет менее 1 % годовой суммарной сейсмической энергии коровых землетрясений.

Наиболее сильный промышленный взрыв на территории региона с  $K_p=8.3$  был зарегистрирован 24 марта в 05<sup>h</sup>00<sup>m</sup> на площади Буреинского каменного карьера близ пос. Чегдомын, в районе № 4.

Распределение числа взрывов по районам региона представлено в табл. 1.

**Таблица 1.** Распределение числа взрывов в регионе Приамурья и Приморья в 2014 г.

№	Район	$N_{\Sigma}$	$K_{Pmin}-K_{Pmax}$
1	Становой	8	5.3–7.1
2	Янкан-Тукурингра-Джагдинский	95	5.7–8.0
3	Зейско-Селемджинский	16	5.4–7.1
4	Турано-Буреинский	31	6.0–8.3
5	Сихотэ-Алиньский	–	–
6	Приграничный	2	6.9–7.6

Наибольшее число взрывов, как и прежде, регистрируется в Янкан-Тукурингра-Джагдинском районе № 2, несмотря на то, что показатель этот снизился в 1.7 раза, по сравнению с таковым в прошлом году, и составил  $N=95$  событий.

Незначительно уменьшилось число зарегистрированных взрывов в районах № 1 и 3.

Увеличение числа зарегистрированных взрывов в 2.4 раза наблюдалось в Турано-Буреинском районе № 4, где наиболее активными площадками явились территория Албынского рудника, восточнее Экимчана, и каменный карьер в районе пос. Чегдомын.

Наиболее существенные изменения коснулись Приграничного района № 6, где было зарегистрировано лишь два взрыва в западной приграничной части района (для сравнения  $N=28$  в 2013 г.).

В районе № 5, как и в предыдущем году, существующей сетью станций взрывы не зарегистрированы.

**Землетрясения.** На рис. 3 представлена карта эпицентров землетрясений региона в зависимости от магнитуды и глубины, а также диаграммы механизмов очагов двух событий – одного землетрясения с очаговой областью в земной коре и одного глубокофокусного землетрясения. Как и в прошлые годы, наибольшее число эпицентров коровых землетрясений в 2014 г. концентрируется в западной и северо-западной частях региона, западнее Зейского водохранилища [16]. Продолжалась регистрация землетрясений в очаговой зоне Сквородинского землетрясения, где 14 октября 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 [17]. Результаты наблюдений в 2014 г. представлены ниже.

Северная часть региона, как и в 2013 г., характеризуется умеренным уровнем сейсмической активности. На территории Амурско-Зейской равнины зарегистрированы лишь немногочисленные землетрясения умеренных энергий.

В пределах центральной части региона в ноябре зарегистрировано два ощутимых землетрясения. Первое (6) произошло в верховье р. Буря 20 ноября в 19<sup>h</sup>46<sup>m</sup> с  $K_p=10.5$  и  $h=11 \pm 1$  км и ощущалось в пос. Софийск с интенсивностью 3–4 балла. Второе ощутимое землетрясение (7) было зарегистрировано 22 ноября в 12<sup>h</sup>35<sup>m</sup> с  $K_p=9.7$  и  $h=11 \pm 2$  км, его эпицентр располагался западнее Комсомольска-на-Амуре. Интенсивность сотрясений в пос. Солнечный и пос. Хурба составила 2–3 балла, в пос. Горный – 2 балла [18].

Наиболее значительные события в 2014 г. происходили на крайнем юге региона, на территории Приморья (рис. 3), ранее находившейся в состоянии сейсмического затишья. Самое сильное ощутимое коровое землетрясение (4) произошло восточнее о. Ханка 12 апреля в  $21^{\text{h}}22^{\text{m}}$  с  $K_p=11.9$  и  $MPVA=4.5$ . Его очаг локализован на глубине  $h=14\pm 1$  км. В ближайших к эпицентру населенных пунктах: Межгорье (4 км), Крыловка (5 км), Марьяновка (13 км) интенсивность составила 5 баллов. Более подробное исследование этого события представлено в данном ежегоднике [19]. Также на юге Приморья было зарегистрировано два глубокофокусных землетрясения, которые относятся к продолжению сейсмофокальной зоны, падающей под континент со стороны Тихого океана. Наиболее сильное землетрясение (2) произошло близ Владивостока 20 февраля в  $01^{\text{h}}32^{\text{m}}$  с  $MPVA=5.4$  и  $h=520\pm 9$  км (рис. 3). Механизм очага землетрясения характеризуется как сдвиг, произошедший в условиях широтного сжатия и меридионального растяжения. Две субвертикальные плоскости ориентированы на северо-восток и северо-запад [20].

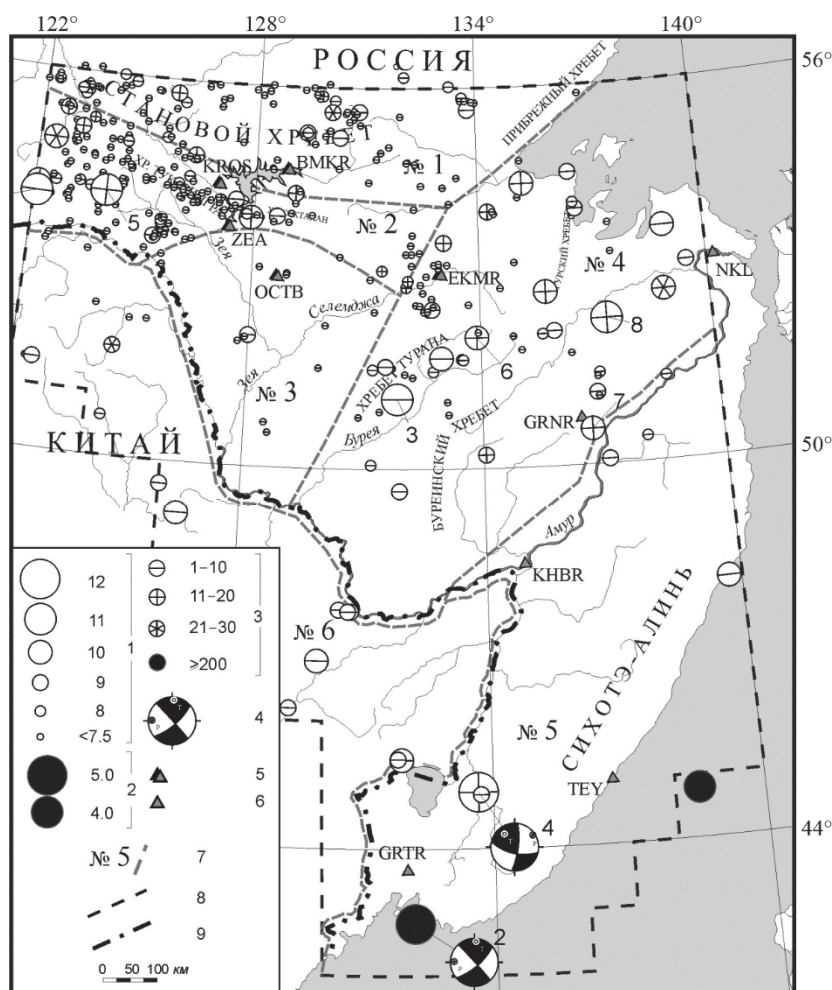


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Приамурья и Приморья в 2014 г.

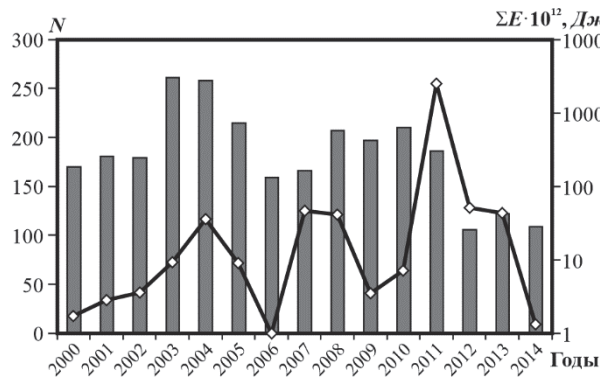
1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – магнитуда  $MPVA$ ; 3 – глубина гипоцентра  $h$ , км; 4 – диаграмма механизма очага, нижняя полусфера, зачернена область волн сжатия; 5, 6 – аналоговая и цифровая сейсмические станции соответственно; 7 – номер и граница условного района; 8, 9 – граница региона и государственная соответственно.

В табл. 2 приведены распределение коровых землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по данным каталогов Приморья и Приамурья за 2000–2014 гг. [16]. Определение средних годовых значений  $N_{\Sigma}$  и  $\Sigma E$  за период 2000–2014 гг. проводилось для землетрясений с  $K_p \geq 7.6$ . Здесь следует заметить, что, несмотря на проведенные работы по выявлению взрывов, в число естественных землетрясений, в пределах  $K_p=7.6-8.5$ , могут входить и техногенные события, которые не удалось выявить при обработке записей сейсмических событий в 2000–2010 гг.

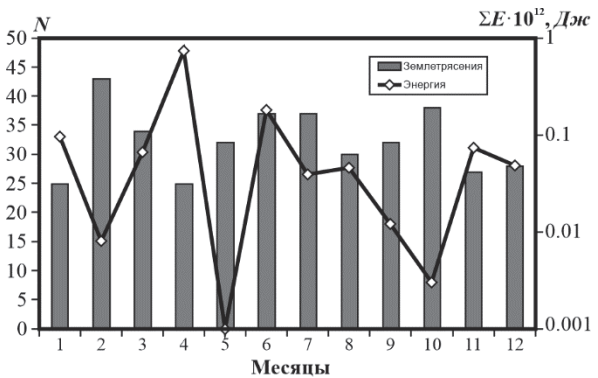
**Таблица 2.** Распределение числа коровых землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарной сейсмической энергии  $\Sigma E$  по годам в Приамурье и Приморье в 2000–2014 гг.

Год	$K_p$									$N_\Sigma$	$\Sigma E, 10^{12} \text{ Дж}$
	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	<b>2519.4</b>	
2012	59	37	7	2	–	–	1	–	106	50.5	
2013	56	39	20	5	–	1	1	–	122	43.5	
Сумма	1715	600	201	62	29	6	3	1	2617	2774.4	
Среднее	122.5	42.9	14.4	4.4	2.1	0.4	0.2	0.1	186.9	198.2	
<b>2014</b>	<b>47</b>	<b>38</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	–	–	–	<b>104</b>	<b>1.3</b>	

Графическое представление годовых оценок числа коровых землетрясений и суммарной энергии из табл. 2 дано на рис. 4, 5.



**Рис. 4.** Изменение ежегодного числа коровых землетрясений и суммарной сейсмической энергии  $\Sigma E$  за 2000–2014 гг.



**Рис. 5.** Изменение числа коровых землетрясений и суммарной сейсмической энергии по месяцам в 2014 г.

Как видим, число коровых землетрясений с  $K_p \geq 7.6$ , зарегистрированных в регионе в 2014 г. ( $N=104$ ), существенно ниже их среднегодового значения ( $N=186.9$ ) в период наблюдений 2000–2013 гг. Основное снижение этого числа происходит в пределах низких классов  $K_p=7.6–8.5$ . В остальных градациях числа зарегистрированных землетрясений имеют значения, приближенные к средним.

Исходя из данных табл. 2, следует отметить, что выделившаяся в 2011 г. суммарная сейсмическая энергия коровых землетрясений значительно подняла средний показатель выделившейся энергии за последние 14 лет наблюдений за счет Сковородинского землетрясения 14 октября 2011 г. с  $MLH=6.2$ . Если исключить уникальный 2011 г., среднегодовой показатель за период 2000–2013 гг.  $\Sigma E=19.62 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$ . По сравнению с ним суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в 2014 г. ( $\Sigma E=1.3 \cdot 10^{12} \text{ Дж}$ ), в 19.6 раз ниже. Таким образом, в 2014 г. в регионе зарегистрирован один из самых низких за последние 15 лет (2000–2014 гг.) показателей выделившейся суммарной сейсмической энергии коровых землетрясений (исключение составляет лишь 2006 г.).

Временной ход сейсмического процесса в 2014 г. представлен на рис. 5. Несмотря на то, что больше всего коровых землетрясений было зарегистрировано в феврале ( $N=43$ ), наибольший уровень коровой сейсмической активности пришелся на апрель месяц, когда произошло ощутимое землетрясение восточнее оз. Ханка с  $K_p=11.9$ . В результате этого землетрясения выделилось  $\Sigma E=0.72 \cdot 10^{12}$  Дж энергии, что составляет 55.1 % от суммарной годовой сейсмической энергии коровых землетрясений.

В табл. 3 дано распределение числа коровых землетрясений по энергетическим классам  $K_p$ , глубоководных – по магнитуде  $MPVA$ , а также рассчитана суммарная сейсмическая энергия по районам за 2014 год. Наибольшее число ( $N=187$ ) землетрясений с очагами в земной коре произошло в Янкан-Тукурингра-Джагдинском районе (№ 2), наименьшее ( $N=7$ ) – в Сихотэ-Алиньском районе (№ 5). Согласно табл. 3, заметен явный дефицит событий с  $K_p \leq 7$ .

**Таблица 3 а.** Распределение числа коровых землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и их суммарная сейсмическая энергия в районах Приамурья и Приморья в 2014 г.

$h \leq 30$ км											
№	Районы	$K_p$								$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж
		5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Становой	1	25	53	12	8	–	–	–	99	0.012
2	Янкан-Тукурингра-Джагдинский	6	57	87	23	9	3	2	–	187	0.300
3	Зейско-Селемджинский	1	4	6	1	1	–	–	–	13	0.002
4	Турано-Буреинский	–	14	24	9	11	7	2	–	67	0.216
5	Сихотэ-Алиньский	–	–	–	1	3	2	–	1	7	0.748
6	Приграничный	–	–	6	1	6	2	–	–	15	0.028
	Всего	8	100	176	47	38	14	4	1	388	1.306

**Таблица 3 б.** Распределение числа глубоководных землетрясений по магнитуде  $MPVA$  и их суммарная сейсмическая энергия в районах Приамурья и Приморья в 2014 г.

$h \geq 200$ км							
№	Районы	$MPVA$				$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж
		4	5	6	7		
5	Сихотэ-Алиньский	1	1	–	–	2	2.723
6	Приграничный	–	–	–	–	–	–
	Всего	1	1	–	–	2	2.723

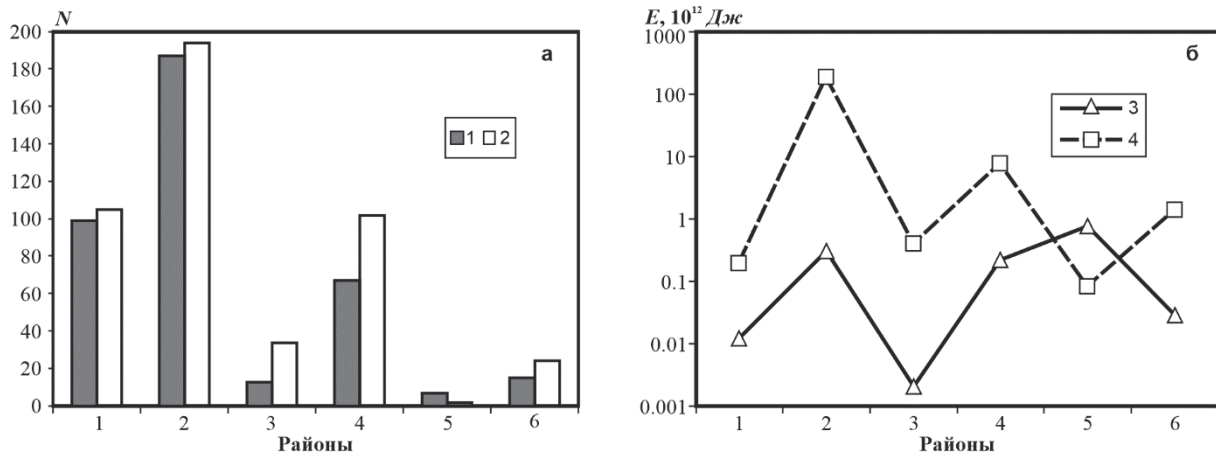
Примечание. При составлении таблицы магнитуда глубоководных землетрясений приводилась к магнитуде  $MS$  путем пересчета из магнитуды  $MPVA$  по следующим соотношениям:  $MS=1.77 \cdot MPVA-5.2$  ( $70 \text{ км} < h \leq 390 \text{ км}$ );  $MS=1.85 \cdot MPVA-4.9$  ( $h > 390 \text{ км}$ ), затем рассчитывалась сейсмическая энергия по формуле Гутенберга-Рихтера:  $\lg E=11.8+1.5 \cdot MLH$  [21].

Среднегодовые за период 2000–2013 гг. характеристики сейсмического режима (число землетрясений  $N$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$ ) по шести районам региона представлены в табл. 4 и на рис. 6 а, б в сравнении с данными 2014 г.

**Таблица 4.** Среднегодовые значения числа землетрясений ( $N$ ) и суммарной сейсмической энергии ( $\Sigma E$ ) за период 2000–2013 гг. в сейсмоактивных районах Приамурья и Приморья в сравнении с таковыми в 2014 г.

Год	Район											
	№1		№2		№3		№4		№5		№6	
	$N$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж	$N$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж	$N$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж	$N$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж	$N$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж	$N$	$\Sigma E,$ $10^{12}$ Дж
Среднее за 2000–2013 гг.	105	0.19	194	182.6	34	0.39	102	7.63	2.4	0.08	24	1.38
2014	99	0.01	187	0.30	13	0.002	67	0.22	7	0.75	15	0.03

Далее приводится обзор сейсмичности в каждом из условно выделенных районов региона на основании табл. 3, 4 и рис. 3, 6.



**Рис. 6.** Распределение по районам Приамурья и Приморья числа  $N$  (а) и суммарной сейсмической энергии  $\Sigma E$  (б) коровых землетрясений в 2014 г. в сравнении со среднегодовыми параметрами за 2000–2013 гг.

1 –  $N$  за 2014 г.; 2 –  $N_{\text{ср}}$  за 2000–2013 гг. (а); 3 –  $\Sigma E$  за 2014 г.; 4 – среднегодовое значение высвобожденной сейсмической энергии по районам Приамурья и Приморья в период за 2000–2013 гг. (б).

В Становом районе (№ 1) в 2014 г. зарегистрировано 99 землетрясений с  $K_p=5.5-9.5$ . Наибольшее число землетрясений наблюдалось в пределах энергетических классов  $K_p=6.5-7.5$  ( $N=53$ ). Несмотря на то, что число землетрясений соответствует среднему многолетнему значению, суммарная сейсмическая энергия составила  $\Sigma E=0.012 \cdot 10^{12}$  Дж, что в 19 раз ниже среднего показателя.

Эпицентры землетрясений небольших энергий с  $K_p=5.5-9.4$  равномерно расположились в широтном направлении на протяжении центральной части Станового хребта. Наибольшее скопление таких событий наблюдается северо-восточнее пос. Бомнак. Возможно, что некоторая их часть имеет техногенное происхождение.

Наиболее заметное землетрясение района произошло 10 января в 08<sup>h</sup>39<sup>m</sup> с  $K_p=9.5$  и  $h=15$  км. Эпицентр землетрясения располагался на границе с районом № 2 на территории Верхне-Зейской равнины.

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) зарегистрировано 187 коровых землетрясений в диапазоне  $K_p=5.1-11.2$ , что сопоставимо со средним значением. Заметно возросло число слабых событий в пределах  $K_p=6.6-7.5$ . Суммарная сейсмическая энергия, равная  $\Sigma E=0.3 \cdot 10^{12}$  Дж, соответствует таковой в 2012–2013 гг., но значительно уступает среднему многолетнему значению.

Довольно плотно и равномерно эпицентры слабых землетрясений с  $K_p \leq 8.9$  расположились к западу от Зейского водохранилища, вдоль хребта Тукурингра.

В течение всего года продолжались наблюдения за сейсмическим процессом, происходящим непосредственно в области очага Сковородинского землетрясения 2011 г. ( $M_w=6.0$ ), приуроченного к Южно-Тукурингскому широтному разлому [22]. В течение 2014 г. здесь было зарегистрировано 24 землетрясения с разбросом по энергетическому классу  $K_p=6.4-11.2$ . Из них наиболее сильное землетрясение (5) произошло 1 июня в 02<sup>h</sup>55<sup>m</sup> с  $h=18 \pm 8$  км и с  $K_p=11.2$ . Сведений о макросейсмических проявлениях этого землетрясения не поступало.

На западном фланге разломной зоны было зарегистрировано еще одно сильное землетрясение (1), которое произошло 3 января в 22<sup>h</sup>57<sup>m</sup> с  $h=8 \pm 2$  км и  $K_p=10.9$ .

Несколько сейсмических событий низких энергетических классов зарегистрировано с восточной стороны Зейского водохранилища, в отрогах хр. Соктахан. Наиболее заметное из них произошло 3 августа в 21<sup>h</sup>03<sup>m</sup> с  $h=12 \pm 2$  км и с  $K_p=9.8$ .

Восточная часть района асейсмична, лишь несколько слабых землетрясений с  $K_p \leq 8$  зарегистрированы на юго-востоке.

**В Зейско-Селемджинском районе (№ 3)** в 2014 г. число зарегистрированных землетрясений составило  $N=13$ , т.е. в 2.6 раза ниже среднего многолетнего значения. Энергетический класс землетрясений варьировался в пределах  $K_p=5.1-9.2$ . Суммарная сейсмическая энергия составила  $\Sigma E=2.0 \cdot 10^9$  Дж, что значительно ниже среднего показателя ( $\Sigma E=0.39 \cdot 10^{12}$  Дж). На протяжении последнего десятилетия этот район является самым сейсмически спокойным. Эпицентры немногочисленных слабых ( $K_p \leq 9.2$ ) землетрясений зарегистрированы в основном на территории Амурско-Зейской равнины, два из них произошли непосредственно вблизи сейсмостанции ОСТВ (рис. 3). Наиболее сильное ( $K_p=9.2$ ) землетрясение здесь реализовалось в южной части равнины 19 марта в  $18^h25^m$  с  $h=9 \pm 5$  км восточнее г. Шимановск.

Пять землетрясений низких энергетических классов зарегистрированы на территории Зейско-Буреинской равнины.

**В Турано-Буреинском районе (№ 4)** в 2014 г. уровень сейсмической активности продолжает снижаться. Число зарегистрированных землетрясений составило  $N=67$ , что на 34 % ниже среднего показателя, а количество выделившейся суммарной сейсмической энергии составляет лишь  $\Sigma E=0.22 \cdot 10^{12}$  Дж, что в 35 раз меньше соответствующей средней величины ( $\Sigma E=7.63 \cdot 10^{12}$  Дж).

Исходя из данных табл. 3, в районе наблюдается дефицит землетрясений низких энергетических классов ( $K_p < 8$ ) из-за слабого оснащения территории сейсмическими станциями.

Наиболее высокая сейсмическая активность в данном районе наблюдалась в отрогах хр. Туран, где в 2013 г. произошло землетрясение с  $MLH=4.6$ . Самое сильное (3) из этой группы землетрясений зарегистрировано 5 марта в  $03^h00^m$  с  $K_p=10.6$  и  $h=10 \pm 3$  км. Данные об интенсивности сотрясений от события отсутствуют.

На территории района зарегистрировано два ощутимых землетрясения. Первое (6) произошло 20 ноября в  $19^h46^m$  с  $K_p=10.5$ , его эпицентр находился в северной части хр. Туран. Второе землетрясение (7), 22 ноября  $12^h35^m$  с  $K_p=9.7$ , локализовано близ сейсмостанции GRNR (рис. 3).

Несколько активизировалась восточная часть района. Здесь, в южной части Омельдинского хребта, 15 декабря в  $14^h59^m$  зарегистрировано землетрясение (8) с  $K_p=10.6$ . Глубина гипоцентра составила  $h=17 \pm 5$  км.

Небольшой рой слабых землетрясений с  $K_p < 9$  наблюдался западнее и южнее Экимчана.

Лишь в **Сихотэ-Алиньском районе (№ 5)** в 2014 г. наблюдалось превышение среднегодовых показателей и по числу землетрясений, и по количеству высвобожденной энергии. Здесь было зарегистрировано семь землетрясений с очагами в земной коре. Несмотря на небольшое число событий, суммарная сейсмическая энергия коровых землетрясений района составила  $\Sigma E=0.75 \cdot 10^{12}$  Дж, в 9.4 раза превысив среднее многолетнее значение ( $\Sigma E=0.08 \cdot 10^{12}$  Дж).

Наибольший вклад в энергетический показатель внесло ощутимое землетрясение (4), которое произошло восточнее оз. Ханка 12 апреля в  $21^h22^m$  с  $K_p=11.9$  и  $M=4.4$ . Оно ощущалось в близлежащих населенных пунктах с интенсивностью до 5 баллов. Это землетрясение стало первым в Приморском крае коровым сейсмическим событием, для которого удалось определить механизм очага. Землетрясение стало результатом сдвиговой подвижки, которая произошла по субширотной ( $NP1$ ), либо субмеридиональной ( $NP2$ ) плоскости [20]. 12 апреля в  $22^h58^m$  по Гринвичу, т.е. спустя 36 минут после основного события, был зарегистрирован афтершок с  $K_p=9.2$ . Подробное исследование этого события представлено в данном ежегоднике [19].

На границе с Китаем, северо-западнее оз. Ханка, 24 ноября зарегистрированы два землетрясения с  $K_p=10.1$  и 9.2. Эпицентры трех землетрясений расположились в северной части района. Наиболее значительное из них произошло 24 апреля на побережье Татарского пролива с  $K_p=10.1$ . Вся центральная часть района в 2014 г. оставалась асейсмичной.

В районе зарегистрировано лишь два глубокофокусных землетрясения (в среднем регистрируется 5–6 землетрясений в год с  $h > 200$  км [16]). Суммарная сейсмическая энергия глубокофокусных землетрясений района в 2014 г. составила  $\Sigma E=2.7 \cdot 10^{12}$  Дж. Наиболее сильное глубокофокусное землетрясение (2) произошло 20 февраля в  $01^h32^m$  с  $MPVA=5.4$  и  $h=520 \pm 9$  км южнее Владивостока, на шельфе Японского моря.

**В Приграничном районе (№ 6)** число зарегистрированных коровых землетрясений в 2014 г. ( $N=15$ ) на 37.5 % ниже среднего показателя ( $N=24$ ). Суммарная сейсмическая энергия коровых землетрясений составила  $\Sigma E=0.03 \cdot 10^{12}$  Дж, что ниже среднего значения в 46 раз.



Наиболее сильное коровое землетрясение в восточной части района произошло 22 марта в 07<sup>h</sup>01<sup>m</sup> с  $K_p=10.2$ . Эпицентр находился на территории КНР, южнее г. Хэган. Очаг землетрясения, принадлежащий к разломной зоне Тан-Лу [22], был локализован на глубине  $h=8\pm 4$  км.

Несколько землетрясений умеренных энергий зарегистрированы в западной части района, также вблизи государственной границы.

В Приграничном районе в 2014 г., как и в 2013 г., глубокофокусных землетрясений не зарегистрировано.

Ход сейсмического процесса в регионе в 2014 г. показан на графиках высвобождения условной упругой деформации (график Беньоффа [23], рис. 7 а, б). Энергия землетрясений оценивалась по формуле Гутенберга-Рихтера [21].

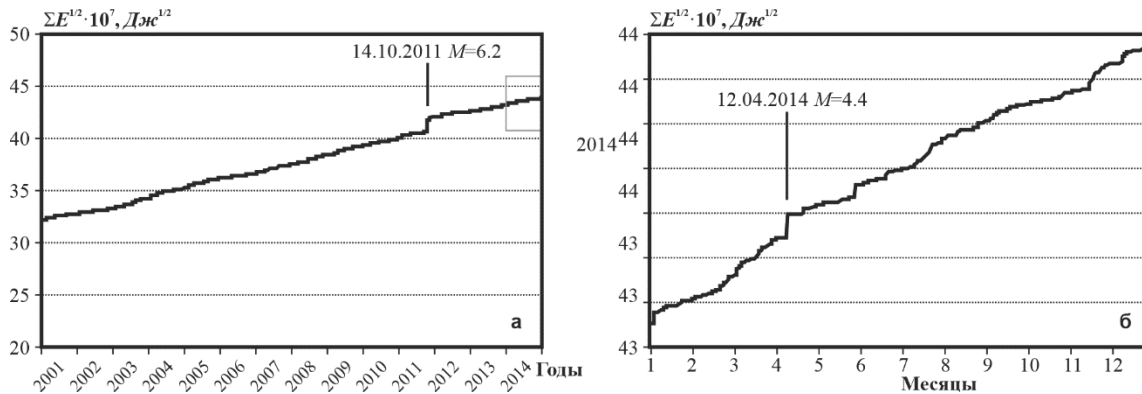


Рис. 7. График Беньоффа для региона Приамурье и Приморье: а) за последние 14 лет (2001–2014 гг.), б) за 2014 г.

Как видно из данных графика за 2014 г. (рис. 7 б) и в сравнении с периодом 2001–2014 гг. (рис. 7 а), ход высвобождения условной деформации  $e$  в 2014 г. был равномерным и составил примерно  $e=6 \cdot 10^6 Дж^{1/2}/год$ . Наклон графика в 2014 г. примерно соответствует спокойным периодам предыдущих лет с  $e=5-9 \cdot 10^6 Дж^{1/2}/год$ , что говорит о неизменной скорости высвобождения сейсмической энергии, характерной для фоновой сейсмичности, и об отсутствии значимых сейсмических активизаций в масштабах региона. Наиболее сильное землетрясение 2014 г. – Приморское 12 апреля ( $M=4.4$ ) – выделяется заметной ступенью на рис. 7 б, однако на рис. 7 а на общем фоне и в сравнении с крупнейшим землетрясением последнего десятилетия – Сковородинским,  $MLH=6.2$  – оно незаметно.

В заключение можно отметить, что в регионе Приамурье и Приморье в 2014 г. наблюдался один из самых низких за последние 15 лет (2000–2014 гг.) показателей выделившейся суммарной сейсмической энергии коровых землетрясений (кроме 2006 г.). Уровень глубокофокусной сейсмичности в 2014 г. также имеет низкие показатели. Согласно методике оценки уровня сейсмической активности по шкале СОУС\*09, в 2014 г. территория Приамурья и Приморья характеризуется фоновым пониженным уровнем сейсмической активности [24].

По значению высвобожденной сейсмической энергии Сихотэ-Алиньский район (№ 5), где в 2014 г. высвободилось 57.3 % всей суммарной энергии коровых землетрясений региона, впервые занимает доминирующее положение среди районов Приамурья и Приморья.

## Л и т е р а т у р а

1. Результаты комплексных сейсмологических работ (отчет СФ ГС РАН за 2014 г.) – Южно-Сахалинск: Фонды СФ ГС РАН, 2014. – 162 с.
2. Костылев Д.В. (отв. сост.). Сейсмические станции Приамурья и Приморья в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
3. Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 161–172.
4. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9 (176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.

5. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2014. (2020) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2014](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014)
6. International Seismological Centre (2020), On-line Bulletin, <https://doi.org/10.31905/D808B830>
7. National Earthquake Data Center. – URL: <http://data.earthquake.cn/index.html>
8. Коваленко Н.С. (отв. сост.), Авдеева Л.И., Человечкова Е.В. Каталог землетрясений и взрывов Приамурья и Приморья за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Габсатарова И.П. Границы сейсмоактивных регионов России с 2004 г. // Землетрясения России в 2004 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 139.
15. Годзиковская А.А. Местные взрывы и землетрясения. – Личный архив, 2000. – 108 с.
16. Каталоги землетрясений и взрывов Приамурья и Приморья за 2000–2013 гг. // Землетрясения Северной Евразии, 2000–2013 гг. – Обнинск: ГС РАН, 2006–2019. – Приложения на CD-ROM.
17. Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965, 11 с.
18. Коваленко Н.С. (отв. сост.) Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Приамурья и Приморья в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
19. Сафонов Д.А., Шестаков Н.В., Коваленко Н.С. Приморское землетрясение 12 апреля 2014 г.,  $M_p=11.9$  (Дальний Восток) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020, С. 298–306. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.30
20. Сафонов Д.А. (отв. сост.), Нагорных Т.В. Каталог механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
21. Гутенберг Б., Рихтер К.Ф. Магнитуда, интенсивность, энергия и ускорение как параметры землетрясений (II) // Слабые землетрясения. – М.: ИЛ, 1961. – С. 72–119.
22. Шатков Г.А., Вольский А.С. Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий / СПб. Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. – 190 с.
23. Benioff H. Earthquakes and rock creep. – Bull. Seismol. Soc. Amer., 1951, vol.41, № 1, p. 31–62.
24. Салтыков В.А., Кравченко А.М., Пойгина С.Г., Воропаев В.П. Оценка уровня сейсмической активности регионов России // Землетрясения России в 2014 году. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 67–73.

## AMUR AND PRIMORYE

*Kovalenko N.S.<sup>1</sup>, Fokina T.A.<sup>1</sup>, Safonov D.A.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Sakhalin branch of Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences,  
Yuzhno-Sakhalinsk, [kovalenko@seismo.sakhalin.ru](mailto:kovalenko@seismo.sakhalin.ru)

<sup>2</sup>Institute of Marine Geology and Geophysics of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Yuzhno-Sakhalinsk, [d.safonov@imgg.ru](mailto:d.safonov@imgg.ru)

**Abstract.** The annual review of seismicity of Amur and Primorye based on the data of permanent seismic stations of Sakhalin branch GS RAS and the data of other Russian and foreign seismological agencies

for 2014 is made. A detailed description of the seismic situation in different areas of the region is given. For the first time the Sikhote-Alin area (№5), where an earthquake of intensity  $I_0=5$  occurred, has dominated by terms of the released seismic energy level. Three tangible earthquakes were recorded in the region during the year. The most significant of them ( $I_{\max}=5$ ) earthquake occurred on April 12 at 21<sup>h</sup>22<sup>m</sup> east of Lake Khanka, in the territory of Primorye. Previously this territory was in the state of a seismic calm. A comparative analysis of the seismic situation in 2014 with the data of long-term observations is carried out. In 2014 the seismic energy of crustal earthquakes released in the region was one of the lowest for the past 15 years (2000–2014), except for 2006. The level of deep focus seismicity in 2014 also has low indicators. According to the methodology for assessing the level of seismic activity, the SOUS\*09 scale, in 2014 the territory of Amur and Primorye is characterized by a lower background level of seismic activity.

**Keywords:** earthquakes, focal mechanisms, seismic energy.

**DOI:** 10.35540/1818-6254.2020.23.13

**For citation:** Kovalenko, N.S., Fokina, T.A., & Safonov, D.A. (2020). [Amur and Primorye]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 140–151. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.13

## References

1. *Rezultaty kompleksnykh seismologicheskikh rabot (otchet SF GS RAN za 2014 g.)* [Results of complex seismological works (The report of the SB GS RAS for 2014)]. (2014). Yuzhno-Sakhalinsk, Russia: Funds SB GS RAS, 162 p. (In Russ.).
2. Kostylev, D.V. (2020). [Seismic stations of Amur and Primorye in 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
3. Kovalenko, N.S., Fokina, T.A., & Safonov, D.A. (2019). [Amur and Primorye]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes of North Eurasia], 22(2013), 161–172. (In Russ.).
4. Rautian, T.G. (1960). [Energy of the Earthquakes]. In *Metody detal'nogo izucheniya seismichnosti. Trudy IFZ ANSSSR, 9(176)*. [Methods of Detailed Study of the Seismicity. Proceedings of the IFZ SA USSR № 9(176)] (pp. 75–114). Moscow, Russia; IFZ AN SSSR Publ. (In Russ.).
5. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations, 2014. (2020). Retrieved from [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2014](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014)
6. International Seismological Centre (2020). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
7. National Earthquake Data Center. (2020). Retrieved from <http://data.earthquake.cn/index.html>
8. Kovalenko, N.S., Avdeyeva, L.I., & Chelovechkova, E.V. (2020). [Catalog of earthquakes and explosions of Amur and Primorye for 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
9. Poplavskaya, L.N., Bobkov, A.O., Kuznetsova, V.N., Nagornykh, T.V., & Rudik, M.I. (1989). [The principles of formation and structure of algorithmic providing the regional center of processing of seismological observations (on the example of the Far East)]. In *Seismologicheskie nablyudeniia na Dal'nem Vostoke USSR. Metodicheskie raboty ESSN*. [Seismological observations in the Far East of the USSR. Methodical works of ESSN] (pp. 32–51). Moscow, Nauka Publ. (In Russ.).
10. Oskorbin, L.S., & Bobkov, A.O. (1997). [Seismic mode of seismogene zones of the South of the Far East]. In *Geodinamika tektonosfery zony sochleneniia Tikhogo okeana s Evraziei. T.VI. (Problemy seismicheskoi opasnosti Dal'nevostochnogo regiona)* [Geodynamics tektonosfer of a zone of a joint of the Pacific Ocean with Eurasia. T.VI. (Problems of seismic hazard of the Far East region)] (pp. 179–197). Yuzhno-Sakhalinsk, Russia: IMGIG Publ. (In Russ.).
11. Sholokhova, A.A., Oskorbin, L.S., & Rudik, M.I. (1987). [Earthquakes of Amur and Primorye]. In *Zemletriaseniia v SSSR v 1985 godu*. [Earthquakes in the USSR in 1985] (pp. 135–139). Moscow, Nauka Publ. (In Russ.).
12. Poplavskaya, L.N., Nagornykh, T.V., & Rudik, M.I. (2001). [Technique and the first results of mass definitions of mechanisms of the centers crust of earthquakes of the Far East]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 1995 godu*. [Earthquakes of North Eurasia, 1995] (pp. 95–99). Moscow, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
13. Balakina, L.M., Vvedenskaya, A.V., Golubeva, N.V., Misharina, L.A., & Shirokova, Ye.I. (1972). *Pole uprugikh napriazhenii Zemli i mekhanizm ochagov zemletriasenii* [Field of elastic tension of Earth and mechanism of the centers of earthquakes]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 192 p. (In Russ.).
14. Gabsatarova, I.P. (2007). [Borders of seismoactive regions of Russia since 2004]. In *Zemletriaseniia Rossii v 2004 godu*. [Earthquakes of Russia in 2004] (p. 139). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).

15. Godzikovskaya, A.A. (2000). *Mestnye vzryvy i zemletriaseniia* [Local explosions and earthquakes]. Personal archive, 108 p. (In Russ.).
16. [Catalogs of earthquakes and explosions of Amur and Primorye for 2000–2013]. (2006–2019). In *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii v 2000–2013 gg.* [Earthquakes of North Eurasia 2000–2013]. Obninsk, Russia: GS RAS Publ., Appendix on CD. (In Russ.).
17. Medvedev, S.V., Shponhoyer, V., & Karnik, V. (1965). *Mezhdunarodnaya shkala seismicheskoy intensivnosti MSK-64* [MSK-64 International seismic intensity scale]. Moscow, Russia: MGK Academy of Sciences USSR Publ., 11 p. (In Russ.).
18. Kovalenko, N.S. (2020). [Macroseismic effect of felt earthquakes in the settlements of Amur and Primorye in 2014]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
19. Safonov, D.A., Shestakov, N.V., & Kovalenko, N.S. (2020). [Primorsky earthquake on April 12, 2014,  $K_R=11.9$  (Far East)]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 298–306 (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.30
20. Safonov, D.A., & Nagornykh, T.V. (2020). [Catalog of focal mechanisms of earthquakes of Amur and Primorye for 2014]. *Zemletryaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
21. Gutenberg, B., & Richter, K.F. (1961). [Magnitude, intensity, energy and acceleration as parameters of earthquakes (II)]. In *Slabye zemletriaseniia* [Weak earthquakes.] (pp. 72–119). Moscow, Russia: IL Publ. (In Russ.).
22. Shatkov, G.A., & Volsky, A.S. (2004). *Tektonika, glubinnoe stroenie i minerageniia Priamur'ia i sopredel'nykh territorii* [Tectonics, deep structure and mineralogeny of Amur and adjacent territories]. St. Petersburg, Russia: VSEGEI Publishing House. 190 p. (In Russ.).
23. Benioff, H. (1951). Earthquakes and rock creep: (Part i: Creep characteristics of rocks and the origin of aftershocks). *Bulletin of the Seismological Society of America*, 41(1), 31–62.
24. Saltykov, V.A., Kravchenko, A.M., Poygina, S.G., & Voropaev, V.P. (2016) [Assessment of the level of seismic activity of the regions of Russia]. In *Zemletriaseniia Rossii v 2014 godu* [Earthquakes of Russia in 2014] (p. 67–73). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).