

КУРИЛО-ОХОТСКИЙ РЕГИОН

Т.А. Фокина¹, Д.А. Сафонов^{1,2}, Е.Н. Дорошкевич¹, Д.В. Костылев¹

¹Сахалинский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Южно-Сахалинск, fokina@seismo.sakhalin.ru

²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, d.safonov@imgg.ru

Аннотация. Представлен обзор годовой сейсмичности Курило-Охотского региона по 859 землетрясениям, параметры которых определены на основе данных четырех Курильских станций. Приведено их распределение по глубине гипоцентра. Максимальная глубина составила в 2012 г. $h=570$ км. Приведены распределение землетрясений по магнитуде и суммарная сейсмическая энергия по районам региона. Представлена карта эпицентров, а также механизмов очагов (для 27 землетрясений). Для каждого района описана сейсмическая обстановка.

Abstract. The review of annual seismicity of Kurilo-Okhotsk region is submitted. Parameters of 859 earthquakes are determined on the basis of the given four Kuril stations. Their distribution on depth of hypocenters is given. The maximal depth has made in 2012 $h=570$ kms. The distribution of earthquakes of magnitude and their summarized energy on areas of region is given. The map of epicenters, together of focal mechanisms (for 27 earthquakes) is submitted. For each area seismic conditions are described.

Региональная сеть и карта M_{\min}

Сеть сейсмических станций на территории Курило-Охотского региона в 2012 г. состояла из четырех станций: «Северо-Курильск» (SKR), «Курильск» (KUR), «Южно-Курильск» (YUK) и «Малокурильское» (SHO). Станция «Малокурильское» была открыта 28 ноября 2009 г. на о. Шикотан в пос. Малокурильское в рамках мероприятия № 18 Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в РФ до 2010 года» (рис. 1). В октябре 2010 г. в рамках этой же ФЦП на о. Парамушир были открыты два выносных пункта станции «Северо-Курильск»: «Плато» и «Шумшу», а в 2011 г. на о. Кунашир открыты четыре выносных пункта станции «Южно-Курильск»: «Головинно» (GLVR), «Лагунное» (LAGR), «Менделеево» (MNDR) и «Туман» (GRPR).

Но карта представительности землетрясений от этого не меняется, поскольку, во-первых, пункты оборудованы акселерометрами, которые регистрируют только сильные землетрясения, во-вторых, они расположены близко к своим опорным станциям и потому эти группы (станция и ее выносные пункты) являются, по сути, точками относительно Курильской эпицентральной зоны.

Сведения о местоположении курильских станций и регистрирующей аппаратуре приведены в Приложении к наст. ежегоднику [1].

Сейсмическая сеть курильских станций, совместно со станциями Приамурья и Приморья [2] и Сахалина [3], обеспечила на значительной части территории Курило-Охотского региона регистрацию без пропусков землетрясений с расчетной магнитудой $M^p > 4.0$ ($K_C > 9$).

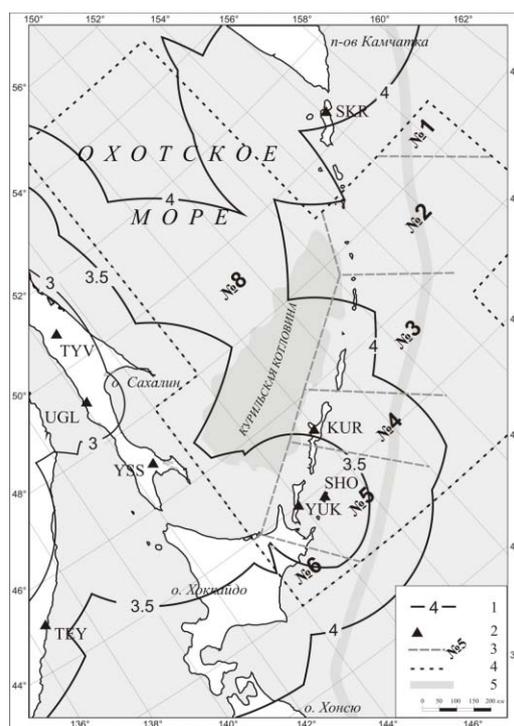


Рис. 1. Карта магнитудной представительности землетрясений M_{\min} Курило-Охотского региона в 2012 г.

1 – изолиния M_{\min} ; 2 – сейсмическая станция; 3 – граница и номер района соответственно; 4 – граница региона; 5 – ось глубоководного Курило-Камчатского желоба.

Только на территории Онекотан-Матуанского района (№ 2) и северо-восточной части Охотского моря без пропусков могут регистрироваться лишь события с $M^p \geq 4.5$ ($K_C \geq 10$). И на небольшом участке юго-западной части Охотского моря, находящемся в окружении трех региональных станций, представительными являются землетрясения с $M^p \geq 3.5$ ($K_C \geq 8$). Карта магнитудной представительности в пределах границ Курило-Охотского региона показана на рис. 1, она не изменилась по сравнению с таковой за 2011 г. [4].

Методика обработки землетрясений, изложенная в [5–15], не изменилась. По-прежнему, для определения параметров землетрясений региона привлекались инструментальные данные сейсмических станций Приамурья и Приморья [2], Сахалина [3], а также бюллетени ГС РАН [16], JMA и ISC [17]. Границы региона оставались в рамках изменений 2004 г., когда северо-восточная часть региона вошла в зону ответственности Камчатского филиала ГС РАН, а юго-западная часть (о. Хоккайдо и Японское море) была исключена из зоны ответственности СФ ГС РАН, т.к. для этой территории существуют значительно более представительные каталоги, составляемые в Японии [18, 19]. Но небольшая восточная часть острова, отрезанная по меридиану $\lambda=144^\circ\text{N}$ (рис. 1), осталась как район № 6.

Для оценки сейсмической энергии землетрясений используются расчетные магнитуды M^p . Если для мелкофокусных ($h \leq 80$ км) толчков определена магнитуда MLH по стандартной методике [20], то она и берется в качестве расчетной магнитуды. Для всех остальных землетрясений производится пересчет (или из класса K_C , или из разных магнитуд MPV , $MPVA$, MSH , $MSHA$) с использованием формул связи магнитуд по объемным и поверхностным волнам С.Л. Соловьёва и О.Н. Соловьёвой из [10–12]:

– для событий с глубиной $h \leq 80$ км:

$$M^p = MLH; M^p = (K_C - 1.2)/2; M^p = (MSH - 1.71)/0.75; M^p = (MPV - 2.5)/0.65; \\ M^p = (MSHA - 1.71)/0.75; M^p = (MPVA - 2.5)/0.65;$$

– для событий с $h > 80$ км:

$$M^p = (MSH - 1.71)/0.75; M^p = (MPV - 2.5)/0.65; M^p = (K_C - 1.2)/2; \\ M^p = (MSHA - 1.71)/0.75; M^p = MLH; M^p = (MPVA - 2.5)/0.65.$$

Каталоги землетрясений региона в 2012 г. Результаты обработки записей землетрясений, сведений о знаках вступлений P -волн и макросейсмических данных представлены в наст. ежегоднике в четырех Приложениях на CD – это каталог всех землетрясений Курило-Охотского региона [21], макросейсмический эффект всех ощутимых землетрясений с представлением всех пунктов, где он наблюдался [22], каталог механизмов очагов некоторых землетрясений [23] и список названий населенных пунктов [24], в которых отмечен макросейсмический эффект землетрясений в 2012 г.

В региональный каталог землетрясений [21] включены параметры 859 землетрясений с $M^p = 2.9–6.0$ (что на 101 событие больше, чем в 2011 г. [4]). Гипоцентры 702 (81.7 % общего числа) землетрясений локализованы в верхнем глубинном интервале с $h \leq 80$ км, 135 (15.7 %) – в промежуточном слое с $h = 81–300$ км, а в нижнем интервале глубин $h > 300$ км зарегистрировано 22 землетрясения, т.е. 2.6 %. Распределение всех землетрясений по глубине дано на рис. 2.

Для 22 землетрясений получены сведения о макросейсмических проявлениях в населенных пунктах Курильских островов. Максимальная интенсивность сотрясений на территории региона не превышала $I=4$ баллов [21, 22]. Гипоцентры ощутимых землетрясений находились в глубинном диапазоне $h = 14–126$ км, 15 из них зафиксировано на глубине менее 80 км.

Механизмы очагов землетрясений 2012 г. определены для 27 землетрясений Курило-Охотского региона [23], что на четыре механизма больше, чем в 2011 г. [4].

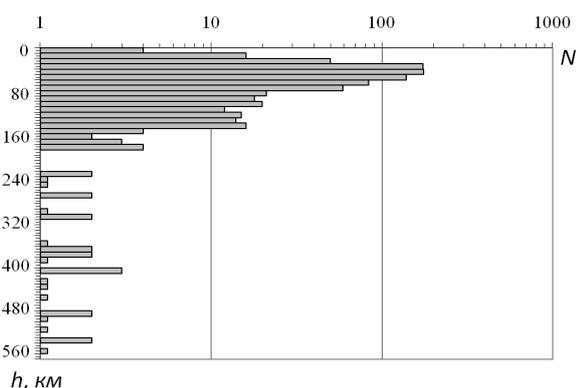


Рис. 2. Распределение землетрясений Курило-Охотского региона по глубине гипоцентра h , км в 2012 г.

Карта эпицентров и механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона в 2012 г. приведена на рис. 3. Как всегда, основная часть землетрясений располагается вдоль западного склона Курило-Камчатского глубоководного желоба, углубляясь в северо-западном направлении.

Два самых сильных в регионе мелкофокусных землетрясения (15 и 18) с $MLH=6.0$ произошли 8 июля в $11^{\text{h}}33^{\text{m}}$ и 11 июля в $02^{\text{h}}31^{\text{m}}$ в Тихом океане, к юго-востоку от о. Уруп, на расстоянии от него 161 км и 180 км соответственно. Макросейсмический эффект не отмечен, возможно, из-за удаленности эпицентров землетрясений от населенных пунктов.

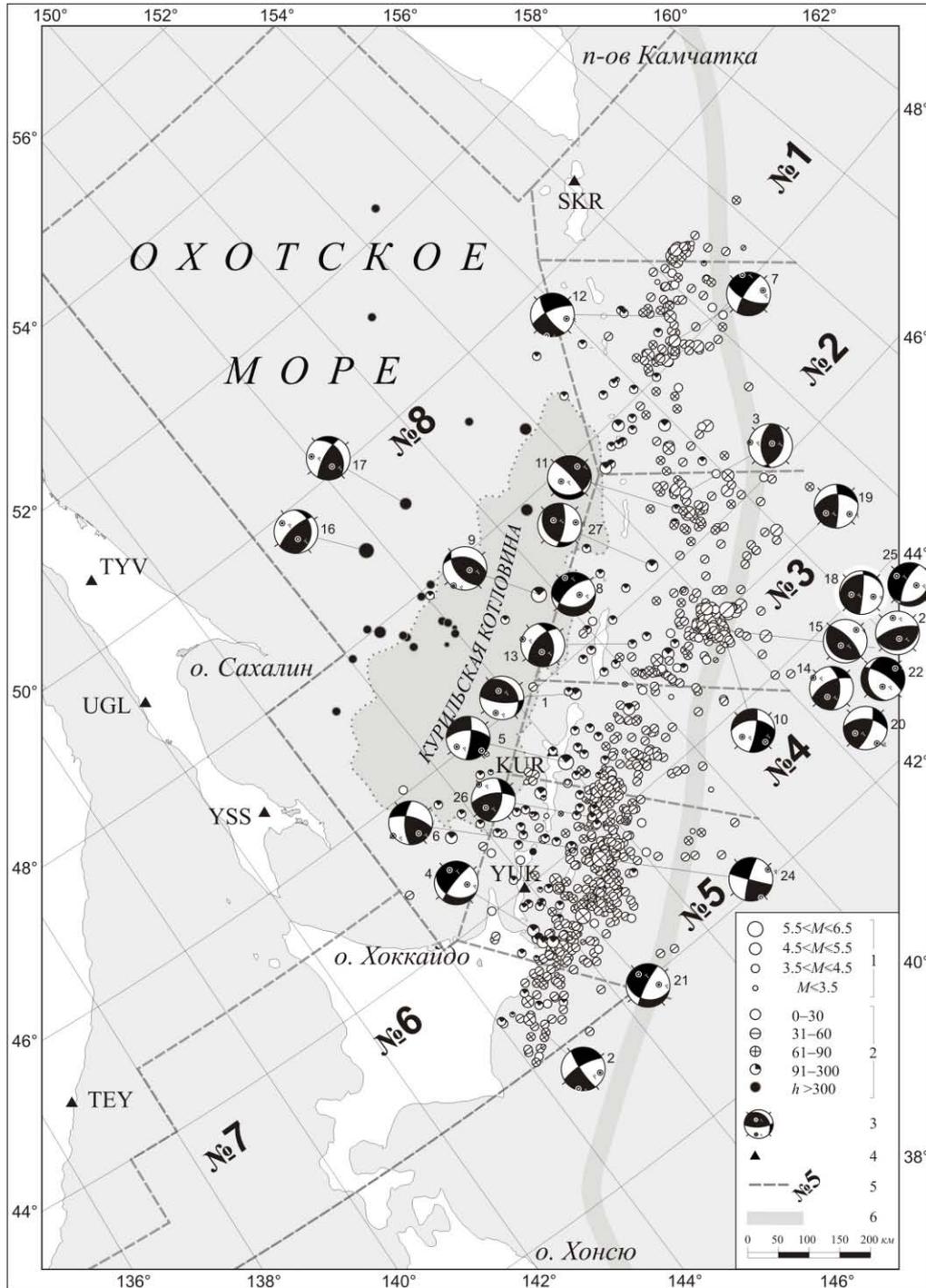


Рис. 3. Сейсмическая сеть и карта эпицентров землетрясений Курило-Охотского региона в 2012 г.

1 – магнитуа M^P ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – диаграмма механизма очага в проекции на нижнюю полусферу, зачернены области сжатия; 4 – сейсмическая станция; 5 – граница и номер района соответственно; 6 – граница зоны ответственности сети СФ ФИЦ ЕГС РАН; 7 – ось глубоководного Курило-Камчатского желоба.

Сейсмичность региона. В табл. 1 и 2 и на рис. 4 даны распределения землетрясений по магнитудам в поверхностном ($h \leq 80$ км) и глубоком ($h \geq 81$ км) сейсмоактивных слоях в 2001–2012 гг.

По совокупности данных за 2010 г. [25] были построены графики повторяемости землетрясений разных магнитуд M^p , из которых следовало, что в 2010 г. для поверхностных землетрясений можно считать представительной магнитуду $M^p=4.0$, для глубоких – $M^p=4.5$. Поскольку в 2011 г. и 2012 г. условия регистрации существенно не менялись, представительность землетрясений осталась прежней. Для единообразия дальнейший сравнительный анализ сейсмичности региона в 2012 г. проведен для землетрясений с $M^p \geq 4.5$.

Число мелкофокусных землетрясений с $M^p \geq 4.5$ ($N=124$) в 1.5 раза ниже среднего значения за 2001–2011 гг., сейсмическая энергия, высвобожденная поверхностными очагами в 2012 г. ($\Sigma E=370.69 \cdot 10^{12}$ Дж), почти в 42 раза меньше среднего значения за предыдущие одиннадцать лет.

Таблица 1. Число мелкофокусных ($h \leq 80$ км) землетрясений разных магнитуд $N(M)$ и их суммарная сейсмическая энергия ΣE в Курило-Охотском регионе в 2001–2012 гг.

Год	M^p								N_{Σ}	N_{Σ} ($M^p \geq 4.5$)	ΣE 10^{12} Дж	ΣE 10^{12} Дж, ($M^p \geq 4.5$)
	≤ 4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	8				
2001	239	108	26	5	4		1		383	144	4362.23	4343.75
2002	217	85	10	2	3	1			318	101	734.72	717.02
2003	256	140	33	15	9	2			455	199	1959.97	1937.82
2004	173	155	24	8	2	2	2		366	193	3887.31	3874.87
2005	150	79	16	2	2				249	99	242.22	230.36
2006	405	371	75	21	7	5	1	1	886	481	66766.49	66730.70
2007	545	283	49	8	4	1		1	891	346	89918.32	89877.22
2008	270	114	19	4	2	1			410	140	476.93	460.21
2009	316	88	15	4	2	2	1		428	112	2505.76	2489.66
2010	431	87	17	3	3				541	110	301.56	285.51
2011	465	76	11	2	1				555	90	140.35	119.03
Сумма	3467	1586	295	74	39	14	5	2	5482	2015	15572.35	171066.15
Среднее	315	144	27	7	4	1	0.5	0.2	498	183	17115.55	15551.46
2012	578	82	30	8	4				702	124	399.02	370.69

Примечание. Распределение землетрясений по магнитудам построено для следующих диапазонов: $M^p=4.0$ для $M=3.8-4.3$; $M^p=4.5 \rightarrow M=4.3-4.8$; $M^p=5.0 \rightarrow M=4.8-5.3$; $M^p=5.5 \rightarrow M=5.3-5.8$ и т.д.

Таблица 2. Число глубокофокусных ($h > 80$ км) землетрясений разных магнитуд $N(M^p)$ и суммарная сейсмическая энергия ΣE в Курило-Охотском регионе в 2001–2012 гг.

Год	M^p									N_{Σ}	N_{Σ} ($M^p \geq 4.5$)	ΣE 10^{12} Дж	ΣE 10^{12} Дж, ($M^p \geq 4.5$)
	≤ 4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	8	8.5				
2001	64	53	25	8	4	3	1			158	94	6087.98	6083.70
2002	64	53	32	11	3	2	1	1		167	103	65492.03	65487.96
2003	54	55	31	19	4		1			164	110	1479.57	1476.04
2004	25	21	24	13	3		1			87	62	1852.69	1851.02
2005	24	17	20	17	3	1				82	58	741.38	739.79
2006	16	22	48	31	4	2				123	107	1241.02	1240.30
2007	38	41	23	13	5	3	1			124	86	3851.16	3848.15
2008	79	46	14	18	3	1			1	162	83	380945.37	380939.56
2009	70	28	12	10	3	2				125	55	1978.18	1973.28
2010	102	46	19	8	1					176	74	190.09	185.36
2011	149	34	11	7	2		1			203	54	203.59	197.21
Сумма	685	416	259	155	35	14	6	1	1	1571	886	464063.06	464022.37
Среднее	62	38	24	14	3	1	0.5	0.1	0.1	143	81	42187.55	42183.85
2012	104	35	13	4	1					157	53	168.33	163.45

Глубокофокусная ($h > 80$ км) сейсмическая активность оставалась умеренной: число землетрясений с $M^P \geq 4.5$ в 1.5 раза меньше среднего значения за 2001–2011 гг., сейсмическая энергия, высвобожденная глубокофокусными очагами в 2012 г., равная $\Sigma E = 163 \cdot 45^{12}$ Дж, в 258 раз меньше среднего значения за предыдущие 11 лет.

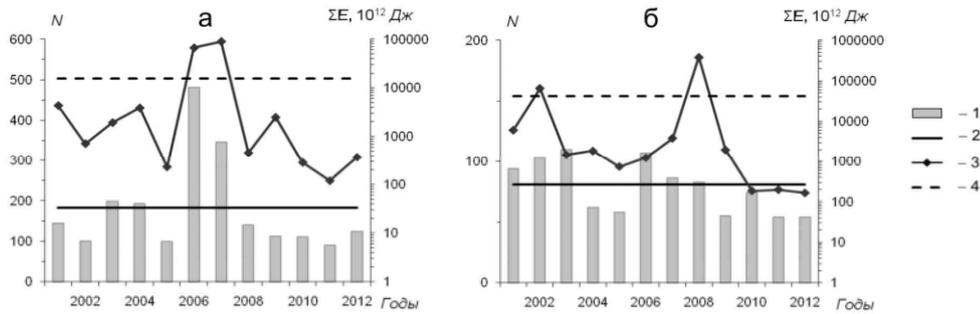


Рис. 4. Распределение числа мелкофокусных (а) и глубокофокусных (б) землетрясений с $M^P \geq 4.5$ и величины суммарной сейсмической энергии ΣE Курило-Охотского региона за 2001–2012 гг.

1 – число землетрясений N ; 2 – среднее число землетрясений по данным за 2001–2011 гг. 3 – сейсмическая энергия ΣE ; 4 – средняя величина энергии за период 2001–2011 гг.

В табл. 3 приведены распределение землетрясений, зарегистрированных в сейсмоактивных районах Курило-Охотского региона в 2012 г., по расчетным магнитудам M^P и суммарная сейсмическая энергия ΣE для каждого района. В табл. 4 – распределение землетрясений по интервалам глубины h , максимальные значения интенсивности сотрясений I_{max} , энергетического класса K_{Cmax} и магнитуд MLH , MSH для каждого района.

Таблица 3. Распределение землетрясений по магнитудам M^P и суммарная сейсмическая энергия ΣE по районам Курило-Охотского региона в 2012 г.

№	Район	M^P						ΣN	ΣE , 10^{12} Дж
		<4	4	4.5	5	5.5	6		
$h \leq 80$ км									
1	Парамуширский	3	6	7	6	1		23	24.47
2	Онекотан-Матуанский	14	51	15	4	2		86	40.30
3	Симушир-Урупский	22	113	34	12	4	3	188	246.61
4	Северо-Итурупский	23	60	5	1			89	8.43
5	Кунашир-Шикотанский	102	148	16	5	1	1	273	71.47
6	Восток о. Хоккайдо	6	25	5	2			38	7.52
8	Охотское море	1	4					5	0.22
	Всего	171	407	82	30	8	4	702	399.02
$h > 80$ км									
1	Парамуширский								
2	Онекотан-Матуанский	3	10	5	3			21	8.50
3	Симушир-Урупский	4	13	5	1			23	4.02
4	Северо-Итурупский	2	10	3	3	1	1	20	75.88
5	Кунашир-Шикотанский	18	24	8	3			53	14.40
6	Восток о. Хоккайдо	3	4	1				8	0.61
8	Охотское море	4	8	14	3	3		32	64.92
	Всего	34	69	36	13	4	1	157	168.33

Как видно из табл. 3, в верхнем интервале глубины больше всего землетрясений ($N=273$) зарегистрировано в Кунашир-Шикотанском районе (№ 5), но лишь 23 из них имеют магнитуду $M^P \geq 4.5$. Самым сейсмически активным в 2012 г. был Симушир-Урупский район (№ 3), где зарегистрировано 188 мелкофокусных землетрясений, 53 из них с магнитудой $M^P \geq 4.5$. Сейсмическая энергия симушир-урупских землетрясений верхнего слоя ($\Sigma E = 246.61 \cdot 10^{12}$ Дж) почти

в 3.5 раза больше энергии кунашир-шикотанских землетрясений, составляя почти 62 % сейсмической энергии мелкофокусных землетрясений региона.

В промежуточном интервале глубины ($81 \leq h \leq 300$ км) наибольшая сейсмическая активность проявилась в Северо-Итурупском районе (№ 4), где было зарегистрировано 20 землетрясений с суммарной сейсмической энергией $\Sigma E = 75.88 \cdot 10^{12}$ Дж, что составляет 45% сейсмической энергии всех глубокофокусных ($h > 80$ км) землетрясений региона.

В промежуточном и нижнем ($h > 300$ км) интервалах глубины зарегистрировано 32 землетрясения с эпицентрами в Охотском море (район № 8), суммарная сейсмическая энергия $\Sigma E = 64.92 \cdot 10^{12}$ Дж, что равно почти 39% сейсмической энергии всех глубокофокусных ($h > 80$ км) землетрясений региона.

По числу зарегистрированных глубокофокусных землетрясений ($N = 53$) по-прежнему лидирует Кунашир-Шикотанский район, потому что там самые лучшие в регионе условия регистрации (наличие трех сейсмических станций).

Таблица 4. Распределение землетрясений по интервалам глубины h , максимальные значения интенсивности сотрясений I_{\max} , энергетического класса $K_{C\max}$ и магнитуд MLH , MSH в районах Курило-Охотского региона в 2012 г.

№	Район	h км	N_{Σ}	$N_{\text{ощут}}$	I_{\max}	$K_{C\max}$	M_{\max}	
							MLH	MSH
1	Парамуширский	0–30	1			8.2		
		31–65	22	1	3	12.2	5.4	6.3
2	Онекотан-Матуанский	0–30	13			9.2		
		31–80	73			12.9	5.5	5.9
		81–278	21	3	3–4	11.2		5.5
3	Симушир-Урупский	0–30	13			9.2		
		31–80	175			13.1	6.0	6.2
		81–182	23			11.7	4.6	5.4
4	Северо-Итурупский	0–30	13			9.3		
		31–80	76	2	2–3	11.4	4.1	
		81–157	20	1	4	12.1	5.0	6.2
5	Кунашир-Шикотанский	0–30	27	1	2	9.2		
		31–80	246	8	4	12.8	4.0	
		81–320	53	6	4	13.7		5.6
6	О. Хоккайдо	0–30	3			9.0		
		31–80	35			11.4	4.3	
		81–116	8			10.1		
8	Охотское море	0–30	1			9.3		
		31–80	4			9.1		
		81–570	32			10.1		6.0

По данным табл. 4 видно, что самые сильные мелкофокусные землетрясения происходили в Симушир-Урупском районе (№ 3), сильнейшие глубокофокусные – в Северо-Итурупском (№ 4) и Охотском море (№ 8), что согласуется с данными табл. 3.

В табл. 4 приведены данные о 22 землетрясениях, проявивших макросейсмический эффект: район, глубина гипоцентра и максимальная интенсивность сотрясений. Как видно из таблицы, большая часть ощутимых землетрясений ($N_{\text{ощут}} = 15$) отмечена на территории Кунашир-Шикотанского района (№ 5), максимальная интенсивность не превышала $I_{\max} = 4$ баллов, гипоцентры находились в глубинном диапазоне $h = 14–126$ км, 15 из них зафиксировано на глубине менее 80 км.

Сейсмичность районов региона. Рассмотрим особенности сейсмического процесса в каждом из семи районов Курило-Охотского региона.

Представление о вариациях сейсмического режима в отдельных районах Курило-Охотского региона можно получить из анализа табл. 5 и рис. 5, где приведены ежегодные числа землетрясений и величина сейсмической энергии в каждом из районов за 2001–2012 гг. Сопоставление параметров сейсмичности проведено для землетрясений с магнитудой $M^p \geq 4.5$.

Таблица 5. Число землетрясений с $M^P \geq 4.5$ и их суммарная сейсмическая энергия (в единицах 10^{12} Дж) по некоторым районам Курило-Охотского региона за 2001–2012 гг.

Год	Район									
	№ 2		№ 3		№ 4		№ 5		№ 8	
	N_{Σ}	ΣE								
$h \leq 80$ км										
2001	12	50.19	21	79.76	38	4078.94	35	69.10	1	0.25
2002	12	40.79	16	5.98	21	510.43	26	95.72		
2003	17	101.79	15	13.08	31	89.03	28	50.75		
2004	23	416.02	28	21.47	32	147.53	65	2047.56		
2005	12	87.63	20	18.18	17	6.89	25	13.42		
2006	220	1084.34	199	65584.81	18	16.97	38	1.58		
2007	130	89572.74	143	238.91	32	26.96	32	27.88	1	0.50
2008	24	24.61	58	400.13	24	9.97	27	19.18		
2009	29	1493.13	42	907.55	12	19.64	20	15.76	3	0.18
2010	23	16.61	31	101.83	26	148.28	25	17.51		
2011	17	72.49	25	12.22	14	4.98	21	24.78	3	1.24
Сумма	519	92960.34	598	67383.92	265	5059.62	342	2383.24	8	2.17
Среднее	47	8450.94	54	6125.81	24	459.97	31	216.66	0.7	0.2
2012	21	36.87	53	238.08	6	4.38	23	61.50		
$h > 80$ км										
2001	5	710.14	17	357.56	10	12.79	13	4005.37	27	880.33
2002	13	1426.10	10	89.16	17	19.09	17	435.59	21	63315.52
2003	11	17.76	20	67.88	5	15.29	21	75.60	13	55.21
2004	5	32.49	13	1508.37	10	88.04	16	66.29	13	119.44
2005	1	0.7	12	213.06	8	50.72	18	346.75	15	123.81
2006	21	161.78	35	195.34	10	374.35	24	118.5	12	360.32
2007	6	17.50	33	3206.19	5	192.28	27	410.94	13	19.73
2008	12	42.91	29	169.90	8	34.82	17	330.38	12	380353.02
2009	6	602.76	12	350.76	12	916.51	16	80.87	8	18.53
2010	5	1.79	24	112.70	11	8.43	10	21.77	19	37.41
2011	7	34.09	14	89.70	6	3.23	18	30.63	8	39.39
Сумма	92	3048.02	219	6360.62	102	1715.55	197	5922.69	161	445322.71
Среднее	8	277.09	20	578.24	9	155.96	18	538.43	15	40483.88
2012	8	7.85	6	2.95	8	75.21	11	12.67	20	64.41

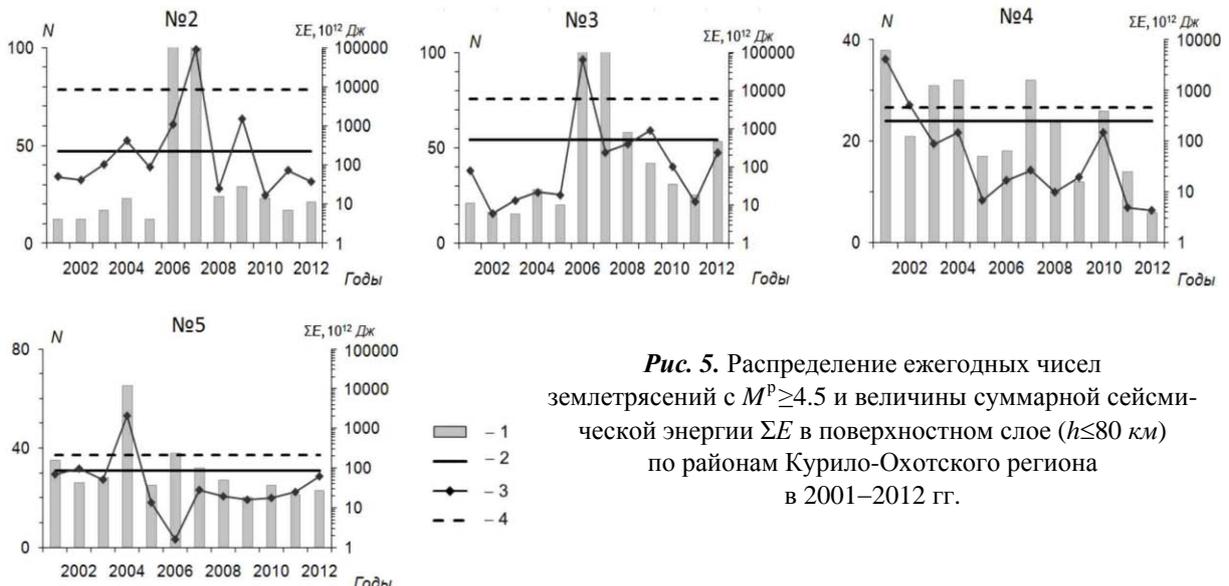


Рис. 5. Распределение ежегодных чисел землетрясений с $M^P \geq 4.5$ и величины суммарной сейсмической энергии ΣE в поверхностном слое ($h \leq 80$ км) по районам Курило-Охотского региона в 2001–2012 гг.

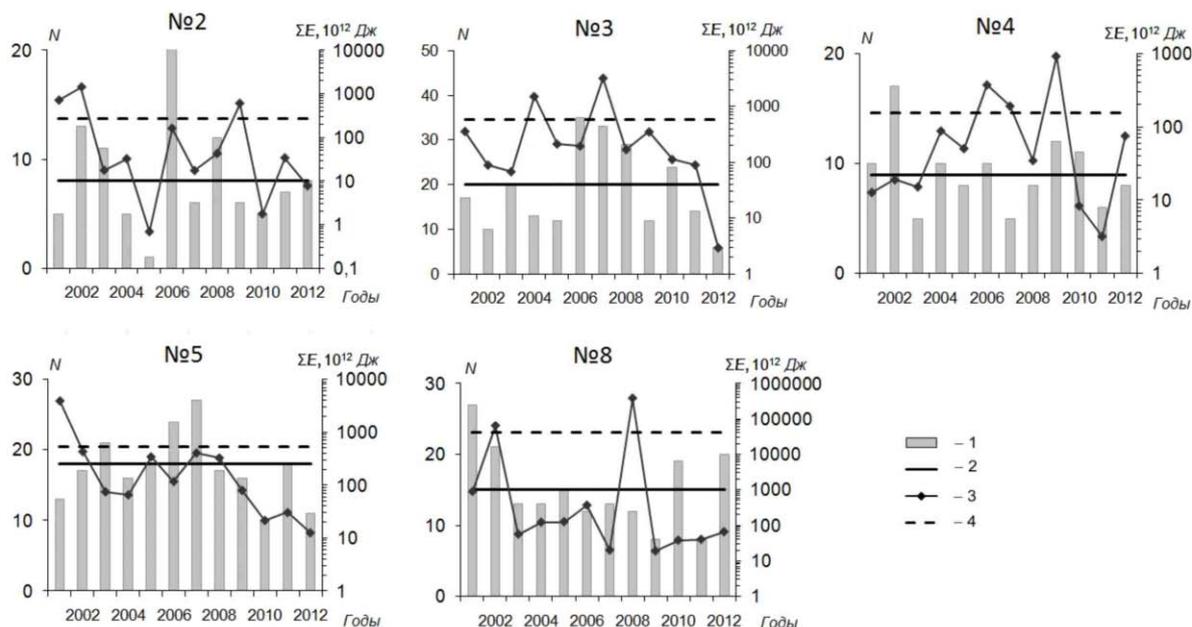


Рис. 6. Распределение ежегодных чисел землетрясений с $M^p \geq 4.5$ и величины суммарной сейсмической энергии ΣE в глубоком слое ($h > 80$ км) по районам Курило-Охотского региона в 2001–2012 гг.

Усл. обозначения те же, что и на рис. 4

В **Парамуширском районе (№ 1)** в верхнем глубинном слое зарегистрировано 23 землетрясения, из них 14 – с магнитудой $M^p \geq 4.5$. Самое сильное ($MLH=5.4$) землетрясение произошло 16 марта в 00^h38^m на границе региона. Оно ощущалось в г. Северо-Курильск ($\Delta=185$ км) с интенсивностью $I=3$ балла. От остальных землетрясений макросейсмический эффект не отмечен. Ни одного землетрясения в промежуточном слое не зафиксировано.

Сейсмичность **Онекотан-Матуанского (№ 2) района** снизилась по сравнению с таковой в 2011 г., оставаясь на низком уровне. Зарегистрировано 86 мелкофокусных землетрясений, из них 21 имеет $M^p \geq 4.5$, что в 1.2 раза больше, чем в 2011 г., и в 2.2 раза меньше среднего значения за период 2001–2011 гг. Суммарная сейсмическая энергия, равная $\Sigma E=36.87 \cdot 10^{12}$ Дж, уменьшилась почти в 2 раза по сравнению с энергией в 2011 г., оставаясь ниже среднего значения за указанный период (табл. 5, рис. 5).

Сейсмическая активность в промежуточном слое тоже снизилась: зарегистрировано 21 землетрясение, из них восемь – с $M^p \geq 4.5$, что на одно событие больше, чем в 2011 г., и совпадает со средним значением за период 2001–2011 гг. При этом суммарная сейсмическая энергия, равная $\Sigma E=7.85 \cdot 10^{12}$ Дж, уменьшилась в 4.3 раза по сравнению с энергией в 2011 г., оставаясь в 35 раз меньше среднего ее значения за указанный период (табл. 5, рис. 6).

Два самых сильных ($MLH=5.5$) мелкофокусных землетрясения произошли 23 апреля (7) в 22^h40^m ($h=54$ км) и 14 октября в 09^h42^m ($h=60$ км). Оба ощущались в г. Северо-Курильск: первое ($\Delta=282$ км) – с интенсивностью $I=3$ балла, второе ($\Delta=301$ км) – $I=3-4$ балла. Кроме этих землетрясений 9 июня в 14^h23^m в районе зафиксировано еще одно мелкофокусное ($h=69$ км) землетрясение с $MLH=5.2$ (12 на рис. 3), ощутимое с интенсивностью $I=2$ балла в г. Северо-Курильск (табл. 4).

Два самых сильных ($MSH=5.5$) землетрясения с гипоцентром в промежуточном слое произошли 8 мая в 16^h41^m ($h=137$ км) и 24 декабря в 11^h05^m ($h=101$ км), макросейсмический эффект отмечен не был (табл. 5, рис. 6).

В каталоге [23] имеются определения механизмов очагов двух землетрясений (7 и 12), это два сдвига с небольшой сбросовой компонентой, правосторонние вдоль субширотной плоскости.

В **Симушир-Урупском районе (№ 3)** продолжался некоторый подъем сейсмической активности на фоне ее спада в очагах двух Симуширских землетрясений (15.11.2006 г. с $Mw=8.3$

и 13.01.2007 г. с $M_w=8.1$ [26]). В 2012 г. здесь зарегистрировано 188 мелкофокусных землетрясений, из них 53 события с $M^p \geq 4.5$, что на одно событие меньше среднего значения за период 2001–2011 гг., а суммарная сейсмическая энергия в 20 раз больше, чем в 2011 г., но в 26 раз меньше среднего значения за указанный период (табл. 5, рис. 5).

Два самых сильных ($MLH=6.0$) в районе и регионе мелкофокусных землетрясения (15 и 18 на рис. 3) произошли 8 июля в 11^h33^m ($h=45$ км) и 11 июля в 02^h31^m ($h=35$ км).

Глубокофокусная сейсмическая активность снизилась очень сильно: в слое $h=81$ – 182 км зарегистрировано 23 землетрясения, из них шесть имеют магнитуду $M^p \geq 4.5$, что в 3 раза меньше среднего значения за период 2001–2011 гг., суммарная сейсмическая энергия в 196 раз меньше среднего значения за этот период (табл. 5, рис. 6). Самое сильное ($MSH=5.4$) землетрясение (27) произошло 28 декабря в 12^h30^m в промежуточном ($h=117$ км) слое. Однако макросейсмический эффект не был отмечен ни для одного землетрясения.

Механизмы очага определены для 14 землетрясений (3, 8, 10, 11, 13–15, 18–20, 22, 23, 25, 27), они довольно разнообразны, преобладают надвиги и надвиго-сдвиги, левосторонние вдоль плоскости, ориентированной вдоль островной дуги. Однако три поверхностных землетрясения (10, 22, 25) произошли в преобладающих условиях горизонтального растяжения, т.е. тип сейсмодислокации – сброс, сбросо-сдвиг. Из четырех землетрясений с промежуточной глубиной гипоцентра: один (8) – сброс, один (11) – пологий сброс, два (13 и 27) классифицированы как взбросовые. Механизм землетрясения (3) – чистый взброс в условиях горизонтального сжатия ортогонально островной дуге.

В **Северо-Итурупском районе (№ 4)** слабая мелкофокусная сейсмическая активность еще снизилась по сравнению с таковой в 2011 г.: на глубине $h \leq 80$ км произошло 89 землетрясений, из них только шесть с $M^p \geq 4.5$, что в 2.3 раза меньше, чем в 2001 г., и в 4 раза меньше среднего значения за период 2001–2011 гг. Сейсмическая энергия сравнима с таковой в 2011 г. и в 105 раз меньше среднегодового значения за указанный период (табл. 5, рис. 5).

Самое сильное ($M^p=5.1$, $K_c=11.4$) мелкофокусное ($h=72$ км) землетрясение района произошло 21 августа в 21^h29^m . Оно ощущалось в г. Курильск ($\Delta=96$ км) с интенсивностью $I=2$ – 3 балла.

В промежуточном слое сейсмичность возросла: в интервале $h=81$ – 157 км зарегистрировано 20 землетрясений, из них восемь с $M^p \geq 4.5$, что на два события меньше, чем в 2011 г., и на одно событие меньше среднегодового числа за 2001–2011 гг., значение суммарной сейсмической энергии в 23 раза больше, чем в 2011 г., при этом в 2 раза меньше среднегодового значения за указанный период (табл. 5, рис. 6).

Самое сильное ($MSH=6.2$) землетрясение произошло 12 марта в 12^h32^m с гипоцентром в промежуточном слое ($h=126$ км) (5 на рис. 3). Землетрясение ощущалось в населенных пунктах островов Шикотан, Итуруп и Кунашир; максимальная интенсивность составила 4 балла в п. Малокурильское ($\Delta=154$ км).

Кроме названных землетрясений, макросейсмический эффект проявило еще одно, зарегистрированное 21 сентября в 02^h55^m на глубине $h=63$ км. Интенсивность сотрясений составила $I=2$ – 3 балла в г. Курильск ($\Delta=95$ км).

Для двух землетрясений (1 и 5) определены механизмы очагов (рис. 3). Первое (1) – взброс с небольшой сдвиговой компонентой в условиях сжатия вдоль островной дуги; второе (5) – сдвиг со сбросовой компонентой, правосторонний вдоль плоскости, ориентированной вдоль дуги.

В **Кунашир-Шикотанском районе (№ 5)** мелкофокусная сейсмическая активность немного возросла: общее число мелкофокусных землетрясений достигло $N=273$, из них 23 с $M^p \geq 4.5$, что на два события больше, чем в 2001 г., и в 1.3 раза меньше среднего значения за период 2001–2011 гг. Суммарная сейсмическая энергия в 2.5 раза выше, чем в 2011 г., но в 3.5 раза ниже среднегодовых значений, рассчитанных для этого района за указанный период (табл. 5, рис. 5).

В промежуточном слое $h=81$ – 320 км зарегистрировано 53 землетрясения, число землетрясений с $M^p \geq 4.5$ ($N=11$) в 1.6 раза меньше среднегодового значения за период 2001–2011 гг., а суммарная сейсмическая энергия в 42 раза ниже среднего значения за указанный период (табл. 5, рис. 6).

Самое сильное ($K_C=12.8$) мелкофокусное землетрясение (21) произошло 15 июля в 14^h34^m на глубине $h=74$ км (рис. 3). Оно ощущалось в п. Малокурильское ($\Delta=81$ км) с интенсивностью в 4 балла, в п. Южно-Курильск ($\Delta=106$ км) – 3 балла.

Самое сильное ($MSH=5.6$) землетрясение промежуточного слоя произошло 4 мая в 05^h34^m на глубине $h=92$ км. Оно ощущалось в п. Южно-Курильск ($\Delta=86$ км) с интенсивностью в 2–3 балла.

Всего в населенных пунктах Кунашир-Шикотанского района ощущались 15 землетрясений. Максимальная интенсивность сотрясений составила 4 балла (табл. 4).

Для пяти землетрясений (4, 6, 21, 24, 26) определены механизмы очагов [23]. Механизм очага самого сильного мелкофокусного землетрясения (21) – сбросо-сдвиг, одна из плоскостей, параллельная островной дуге, субвертикальна, небольшая компонента сдвига вдоль нее правосторонняя; альтернативная плоскость полого падает на юго-запад, вдоль нее преобладает левосторонний сдвиг. Механизм очага (4) полностью идентичен с типом подвижки в очаге (21).

Механизм очага (6) – сдвиг со значительной взбросовой компонентой в условиях горизонтального широтного сжатия и полого падающего на юг растяжения, правосторонний вдоль плоскости, параллельной островной дуге. Для землетрясения (24) тип сейсмодислокации – сдвиг, правосторонний вдоль плоскости, параллельной островной дуге. Механизм очага (26) – взбрососдвиг в условиях горизонтального меридионального сжатия с левосторонней подвижкой вдоль параллельной дуге плоскости [23].

Восток о. Хоккайдо (№ 6) составляет лишь малую часть прежней территории района до 2004 г., поэтому сопоставления параметров сейсмического режима с данными 2001–2011 гг. не проводится.

Здесь в верхнем интервале глубины $h \leq 80$ км было зарегистрировано 38 землетрясений с $M^p=3.4–5.1$; в интервале глубины $h=81–116$ км – восемь землетрясений с $M^p=3.3–4.5$ [21]. Макросейсмический эффект не отмечен.

Для одного землетрясения с $K_C=11.1$ (2 на рис. 3), произошедшего 26 февраля в 07^h05^m на глубине $h=73$ км, определен механизм очага: это сдвиг с правосторонней подвижкой вдоль плоскости, параллельной дуге [23].

В **Охотском море (№ 8)** зарегистрировано пять мелкофокусных и 32 глубокофокусных ($h=81–570$ км) землетрясения, из них 20 с $M^p \geq 4.5$, что в 1.3 раза больше среднего значения за период 2001–2011 гг. При этом суммарная сейсмическая энергия на три порядка меньше среднего значения за указанный период (табл. 5, рис. 6). Макросейсмический эффект не отмечен.

Для землетрясений (9, 16, 17) определены механизмы очагов [23]. В очаге землетрясения (9), произошедшего 5 мая в 11^h00^m на глубине $h=243$ км с $MSH=6.0$, реализовался взброс с небольшой сдвиговой компонентой в условиях горизонтального субширотного сжатия.

Два других землетрясения (16 и 17) зарегистрированы 9 июля: первое – в 07^h20^m ($h=570$ км, $MSH=6.0$), второе – в 07^h22^m ($h=549$ км, $MSH=6.2$). Это близкие по механизму очага события, классифицируемые как пологие надвиги, одна из плоскостей круто падает на север, вторая полого на юго-восток и восток [23].

Прим. ред. Следует отметить, что существующая конфигурация сети сейсмических станций (рис. 1) не позволяет локализовать значительное число землетрясений, особенно на севере региона. По данным каталогов агентств ISC [17], KRSC [27], в Парамуширском и Онекотан-Матуанском районах (№ 1, № 2) произошло еще 144 землетрясения, четыре из них имеют магнитуду $M \geq 4.5$. В районе Охотское море (№ 8) произошло дополнительно 20 землетрясений. Небольшое число землетрясений малой магнитуды пропущено в остальных районах. Все они приведены в дополнении [28] и, при востребованности читателей, могут быть использованы совместно с [21] для уточнения параметров локальной сейсмичности. В связи с этим представленный выше обзор сейсмичности северных районов региона следует рассматривать только в рамках публикуемого каталога [21].

В целом, судя по преимущественной ориентации осей максимального сжатия ортогонально островной дуге, Курило-Охотский регион продолжает пребывать в состоянии тектонического сжатия, соответствующего процессу поддвига Тихоокеанской океанической литосферной плиты под Охотскую микроплиту.

Л и т е р а т у р а

1. **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.
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. **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.
4. **Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Дорошкевич Е.Н., Костылев Д.В.** Курило-Охотский регион // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. – С. 170–180.
5. **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.
6. **Миталёва Н.А., Бойчук А.Н.** Землетрясения Курило-Охотского региона // Землетрясения в СССР в 1985 году. – М.: Наука, 1988. – С. 144–154.
7. **Поплавская Л.Н., Миталёва Н.А., Бобков А.О., Бойчук А.Н., Рудик М.И.** Землетрясения Курило-Охотского региона // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: Наука, 1996. – С. 91–100.
8. **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.
9. **Тараканов Р.З., Ким Чун Ун, Сухомлинова Р.И.** Закономерности пространственного распределения гипоцентров Курило-Камчатского и Японского регионов и их связь с особенностями геофизических полей // Геофизические исследования зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану. – М.: Наука, 1977. – С. 67–75.
10. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Скорость колебания земной поверхности в объемных волнах неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений на расстояниях до 17° // Физика Земли. – 1967. – № 1. – С. 37–60.
11. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–23.
12. **Соловьёва О.Н., Соловьёв С.Л.** Новые данные о динамике сейсмических волн неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений // Проблемы цунами. – М.: Наука, 1968. – С. 75–97.
13. **Вермишева Л.Ю., Гангнус А.А.** Применение типизации подвижек в очагах землетрясений для решения сейсмотектонических задач // Физика Земли. – 1977. – № 3. – С. 103–109.
14. **Snoke J.A., Munsey J.W., Teague A.C., Bollinger G.A.** A program for focal mechanism determination by combined use of polarity and SV-P amplitude ratio data // Earthquake Notes, 1984. – 55. – No. 3. – P. 15.
15. **Сафонов Д.А., Коновалов А.В.** Аprobация вычислительной программы FOCMEC для определения фокальных механизмов землетрясений Курило-Охотского и Сахалинского регионов // Тихоокеанская геология. – 2013. – 32. – № 3. – С. 102–117.
16. **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
17. **International Seismological Centre**, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
18. **Фокина Т.А., Дорошкевич Е.Н., Нагорных Т.В., Сафонов Д.А.** Курило-Охотский регион // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 180–187.
19. **Габсатарова И.П.** Границы сейсмоактивных регионов с 2004 г. // Землетрясения России в 2004 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 139.
20. **Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР.** – М.: Наука, 1982. – 272 с.

21. **Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.), Пиневич М.В., Швидская С.В. (сост.)**. Каталог землетрясений Курило-Охотского региона за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
22. **Дорошкевич Е.Н., Левина В.И., Лукаш Н.А. (сост.)**. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Курило-Охотского региона и прилегающих территорий в 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
23. **Богинская Н.В. (отв. сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
24. **Дорошкевич Е.Н., Пойгина С.Г., Лукаш Н.А. (сост.)**. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений в Курило-Охотском регионе 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
25. **Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.), Пиневич М.В., Швидская С.В. (сост.)**. Каталог землетрясений Курило-Охотского региона за 2010 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2010 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2016 – (На CD).
26. **Рогожин Е.А., Левина В.И.** Симуширские землетрясения 15 ноября 2006 г. (I) и 13 января 2007 г. (II) с $M_w=8.3$ и $M_w=8.1$ (Средние Курилы) // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 326–338.
27. **Сенюков С.Л., Дрознина С.Я. (отв. сост.), Карпенко Е.А., Леднева Н.А., Назарова З.А., Кожевникова Т.Ю., Митюшкина С.В., Напылова Н.А, Раевская А.А., Ромашева Е.И. (сост.)**. Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
28. **Левина В.И., Лукаш Н.А. (сост.)**. Дополнение к каталогу землетрясений Курило-Охотского региона за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.