

АРКТИЧЕСКИЙ БАССЕЙН**Г.П. Аветисов, А.С. Жолондз**

*ВНИИ геологии и минеральных ресурсов Мирового океана
Министерства природных ресурсов Российской Федерации,
г. Санкт-Петербург, gpavet@mail.ru*

Аннотация. Представлен обзор сейсмичности территории Арктического бассейна за 2012 г. по данным мировой сети, расположенной исключительно вне названной территории, и единственного сейсмологического пункта «Земля Франца-Иосифа» из двух комплектов сейсмических датчиков ZF1 и ZF2 Архангельской сети, работающих с сентября 2011 г. внутри региона. Всего в Арктическом бассейне зарегистрировано 40 землетрясений с $m_b=3.5-5.7$ и приведена карта их эпицентров. Все они связаны с сейсмоактивной зоной, протягивающейся через глубоководную часть Арктического бассейна до шельфа моря Лаптевых. Для пяти землетрясений приведены параметры механизма очага по данным GCMT. Описано сравнение функции $N(m)$ за 2012 г. с таковыми за 1990–2011 гг. Уровень выделившейся сейсмической энергии в 2012 г. выше такового в 2011 г. более чем в 30 раз и 2.2 раза выше его среднего значения за 22 предыдущие года. Дано распределение в 2012 г. землетрясений Арктического региона по месяцам, дням недели и часам суток.

Abstract. The review of the seismicity of the Arctic basin for 2012 according to the data of the world network, located exclusively outside the named territory, and the only seismological station "Franz Josef Land" from two sets of seismic sensors ZF1 and ZF2 of the Arkhangelsk network, operating since September 2011 in the region is presented. There are in total 40 earthquakes with $m_b=3.5-5.7$ in the Arctic basin are recorded and a map of their epicenters is given. All of them are connected with the seismically active zone, which extends through the deep-water part of the Arctic basin to the shelf of the Laptev Sea. For five earthquakes, the parameters of the mechanism of the source are given according to the GCMT data. A comparison of the function $N(m)$ for 2012 with those for 1990-2011 is described. The level of seismic energy released in 2012 is higher than that in 2011 by more than 30 times and in 2.2 times higher than its average for 22 previous years. The distribution of earthquakes in the Arctic region in 2012 by months, days of the week and hours of the day is given.

Рассматриваются землетрясения, попадающие в рамки девятиугольника со следующими координатами угловых точек (рис. 1): 1. Северный полюс; 2. $\varphi=81^\circ\text{N}$, $\lambda=10^\circ\text{W}$; 3. $\varphi=81^\circ\text{N}$, $\lambda=29^\circ\text{E}$; 4. $\varphi=70^\circ\text{N}$, $\lambda=29^\circ\text{E}$; 5. $\varphi=70^\circ\text{N}$, $\lambda=68^\circ\text{E}$; 6. $\varphi=76^\circ\text{N}$, $\lambda=68^\circ\text{E}$; 7. $\varphi=76^\circ\text{N}$, $\lambda=162^\circ\text{E}$; 8. $\varphi=74^\circ\text{N}$, $\lambda=162^\circ\text{E}$; 9. $\varphi=74^\circ\text{N}$, $\lambda=168^\circ\text{W}$; 10. Северный полюс. В этих пределах запущен в эксплуатацию сейсмологический пункт «Земля Франца-Иосифа» с установкой двух комплектов сейсмических датчиков (ZF1, ZF2) в сентябре 2011 г. [1, 2]. Согласно бюллетеню ISC [3], его записи под кодом IEPN были использованы в 2012 г. при локации 10 землетрясений (№№ 2, 5, 8, 9, 11, 12, 17, 19, 36, 38) из описываемого ниже каталога [4]. землетрясений Арктического бассейна. Но в основном, как и в прошлые годы [5], представляемая информация о землетрясениях получена по данным [6, 3] мировой сети, вводимым последовательно в Банк арктических сейсмологических данных (АРС), структура которого описана в [7].

Всего в течение 2012 г. мировой сетью в пределах указанного региона зарегистрировано 40 землетрясений, охарактеризованных определениями магнитуд по данным ISC (m_b и M_s , M_w и M_0), NEIC (m_b и M_s), EIDC (m_b и M_s) и MOS ($MPSP$ и MS), NAO (ML), IEPN (MI).

Как показано в [5] и подтверждено в [8], представительными для данного региона в настоящее время являются землетрясения, начиная с $m_b \geq 4.5$. Картина распределения эпицентров в 2012 г. типична для данного района Арктики (рис. 1, [4]).

Все 40 землетрясений связаны с сейсмоактивной зоной, протягивающейся через глубоководную часть Арктического бассейна и внедряющейся на шельф моря Лаптевых. Указанная зона является фрагментом глобального сейсмического пояса, трассирующего дивергентные границы литосферных плит. В глубоководной части Северного Ледовитого океана она приурочена к гребню подводного хребта Гаккеля, являющегося продольной осью Евразийского суббассейна. По ней проходит граница Евразийской и Североамериканской литосферных плит [9–12].

Фокальные механизмы в [13] по определениям GCMT (рис. 2) даны для землетрясений (1–5), для одного из них (5) есть определения NEIC (табл. 1). Все решения показали механизм

нормального сброса: субгоризонтальные ($PL_T=2^\circ, 13^\circ, 15^\circ, 8^\circ$ и 0° [13]) оси растяжения T субортогональны линии эпицентров и, соответственно, простирацию хребта Гаккеля.

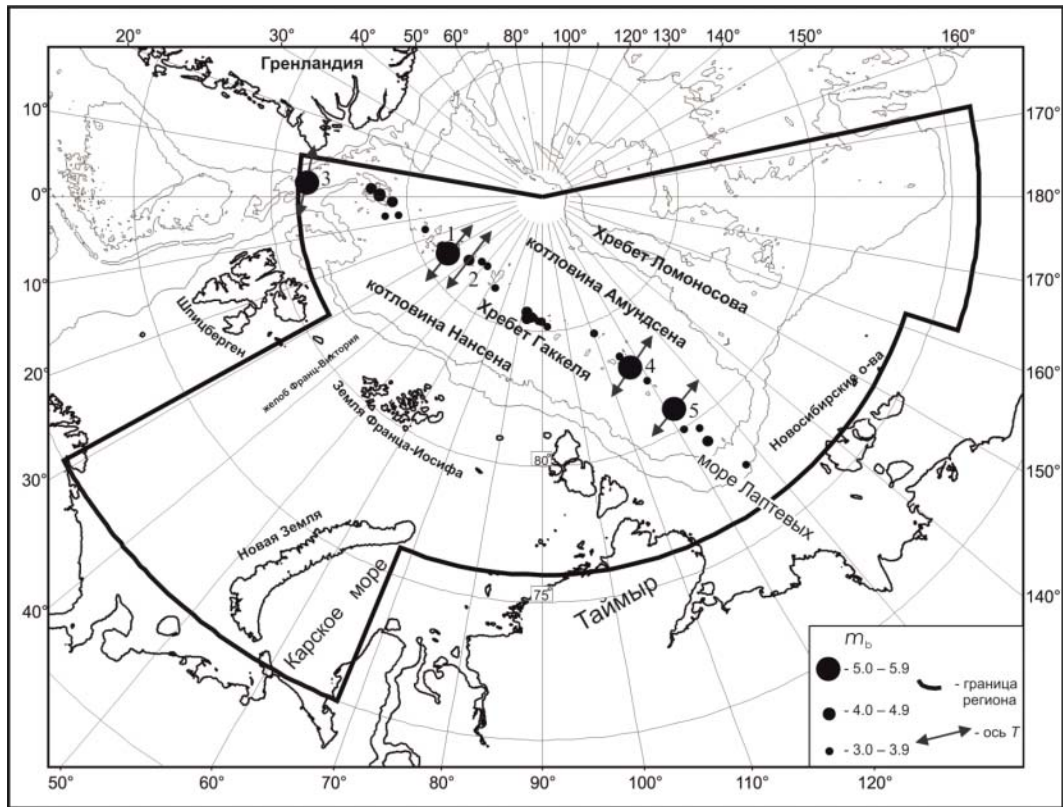


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Арктического бассейна за 2012 г.

Таблица 8. Параметры механизмов очагов землетрясений Арктического бассейна за 2012 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h км	M_w GCMТ	M_s ISC	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
						T		N		P		$NP1$			$NP2$		
						PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$
1	26.05	03 27 02.8	6	5.2	4.7	2	158	3	248	87	36	70	47	-86	245	43	-94
2	18.06	20 14 54.0	2	4.8	4.0	13	167	2	77	77	338	76	58	-92	260	32	-86
3	28.07	11 23 43.4	11	5.0	4.1	15	95	3	185	75	285	7	60	-87	181	31	-95
4	13.09	17 23 47.0	10	5.2	4.5	8	242	7	151	79	22	145	54	-98	340	37	-79
5	13.12	23 03 39.0	15	5.6	5.2	0	66	2	156	88	330	154	45	-93	339	45	-87
				5.5*	5.1*	6	247	22	340	66	142	177	55	-62	314	43	-123
				5.6*	5.1*	23	61	7	154	66	259	138	23	-107	336	68	-83

Примечание. В двух нижних строках приведены варианты параметров по $NEIC_1$ и $NEIC_2$.

Их диаграммы показаны на рис. 7.

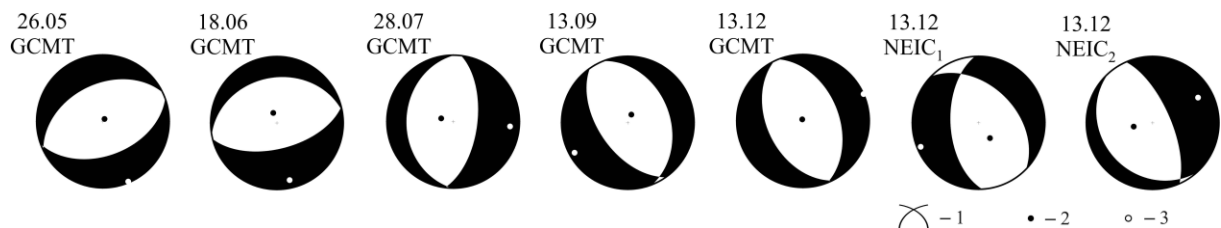


Рис. 2. Диаграммы фокальных механизмов землетрясений 26 мая в 03^h27^m с $M_s=4.7$; 18 июня в 20^h14^m с $M_s=4.0$; 28 июля в 11^h23^m с $M_s=4.1$; 13 сентября в 17^h23^m с $M_s=4.5$; 13 декабря 23^h03^m с $M_s=5.2$

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

Распределение годовых чисел землетрясений и выделенной сейсмической энергии за период 1990–2012 гг. представлено на рис. 3 и в табл. 2.

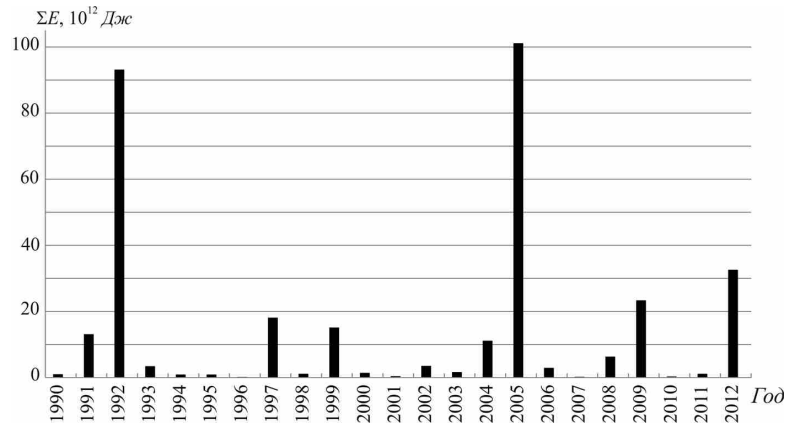


Рис. 3. Годовые значения сейсмической энергии в Арктическом бассейне за 1990–2012 гг.

Таблица 2. Годовые числа землетрясений разных магнитуд m_b и суммарной выделенной сейсмической энергии ΣE в Арктическом бассейне за 1990–2012 гг.

Год	m_b						N_{Σ}	$\Sigma E,$ 10^{11} Дж
	3.1–3.5	3.6–4.0	4.1–4.5	4.6–5.0	5.1–5.5	5.6–6.0		
1990	1	2	4	5	1		13	0.9
1991		1	3	5	3		12	13
1992	2	1	6	1	1	1	12	93
1993	1	1	6	9	1		18	3.3
1994	2	1	1	3			7	0.8
1995	2	10	10	3			25	0.8
1996	3	7	2				12	0.02
1997	6	7	2	1		1	17	18
1998	3	14	8	3			28	1.0
1999	33	122	79	29	4		267	15
1999 (без мая)	3	5	3	4	1		16	2.2
2000	3	17	7		1		28	1.3
2001	4	10	3	3			20	0.3
2002	5	7	3	1	2		18	3.4
2003	9	7	3	2	1		22	1.5
2004	11	10	10	2	1		34	11
2005	11	28	10	10	3	1	63	101
2006	7	6	9	1	2		25	2.8
2007	2	17	3				22	0.08
2008	18	31	16	5	2		72	6.2
2009	14	18	5		1	1	39	23.22
2010	4	11	2	1			18	0.18
2011	10	18	6	2			36	0.9
2012	7	17	11	4		1	40	32.5
Сумма	158	363	209	90	23	5	848	332.38
Сумма (без мая)	128	246	133	65	20	5	597	311.18
Среднее за 1990–2012 гг.	6.87	15.78	9.09	3.91	1.00	0.22	36.76	14.45
Среднее без мая 1999 г.	5.57	10.70	5.78	2.83	0.87	0.22	24.81	13.53

Энергия E рассчитывалась по формуле К. Касахара [12]:

$$\lg E, \text{ эрг} = 5.8 + 2.4 m_b,$$

в которой использовались значения $m_b(\text{ISC})$.

В распределении событий по месяцам отмечаются максимумы в апреле и мае (рис. 4 а), по дням недели лидируют пятница и суббота (рис. 4 б), по времени суток незначительное повышение в 03^h и 20^h и отсутствие в 07^h и 19^h (рис. 4 в).



Рис. 4. Лепестковые диаграммы распределения землетрясений Арктического региона по месяцам (а), дням недели (б) и часам суток (в)

Л и т е р а т у р а

1. Данилов А.В., Антоновская Г.Н., Конечная Я.В. Особенности установки пунктов регистрации сейсмических событий в Арктическом регионе России 2013 // Сейсмические приборы. – 2013. – 49. – № 3. – С. 5–24.
2. Французова В.И., Антоновская Г.Н., Конечная Я.В. Архангельская область // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017 – С. 222–228.
3. International Seismological Centre, Thatcham, Berkshire, United Kingdom, 2015 [Сайт]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>
4. Аветисов Г.П. (сост.). Каталог землетрясений Арктического бассейна за 2012 г // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
5. Аветисов Г.П. Арктический бассейн за 1990–1994 гг. // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ГС РАН, 2000. – С. 117–121.
6. 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
7. Аветисов Г.П., Винник А.А., Копылова А.В. Модернизированный банк арктических сейсмологических данных // Российский геофизический журнал. – 2001. – №№ 23–24. – С. 42–48.
8. Аветисов Г.П. Арктический бассейн за 2001 год // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 248–251.
9. Sykes L.R. The seismicity of the Arctic // Bull. Seismol. Soc. Am. – 1965. – 55. – N 2. – P. 519–536.
10. Карасик А.М. Магнитные аномалии хребта Гаккеля и происхождение Евразийского суббассейна Северного Ледовитого океана // Геофизические методы разведки в Арктике. – Ленинград: НИИГА, 1968. – Вып. 5. – С. 8–19.
11. The Arctic Ocean region / The Geology of North America (edited by Grantz A., Johnson L. and Sweeney J.F.). – The Geological Society of America. – 1990. – L. – 644 p.
12. Аветисов Г.П. Сейсмоактивные зоны Арктики. – СПб: ВНИИОкеангеология, 1996. – 185 с.
13. Аветисов Г.П., Левина В.И. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Арктического бассейна за 2012 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – Приложение на CD_ROM.
14. Касахара К. Механика землетрясений. – М.: Мир, 1985. – С. 25.