УДК 550.348. (571.651.+268)

АРКТИЧЕСКИЙ БАССЕЙН

Г.П. Аветисов, А.С. Жолондз

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

Рассматриваются землетрясения, попадающие в рамки девятиугольника со следующими координатами угловых точек (рис. 1): 1) Северный полюс; 2) φ=81°N, λ=10°W; 3) φ=81°N, λ=29°E; 4) φ=70°N, λ=29°E; 5) φ=70°N, λ=68°E; 6) φ=76°N, λ=68°E; 7) φ=76°N, λ=162°E; 8) φ=74°N, λ=162°E; 9) φ=74°N, λ=168°W; 10) Северный полюс. В этих пределах в 2009 г. не работало ни одной сейсмической станции, поэтому, как и в прошлые годы [1 и др.], представляемая информация о землетрясениях получена исключительно по данным [2, 3] мировой сети, вводимым последовательно в Банк арктических сейсмологических данных (АРС), структура которого описана в [4].

Всего в течение 2009 г. мировой сетью в пределах указанного региона зарегистрировано 39 землетрясений [5], охарактеризованных определениями магнитуд по данным ISC (m_b и *Ms*), NEIC (m_b и *Ms*), EIDC (m_b и *Ms*) и MOS (*MPSP* и *MS*), NAO (*ML*). При этом сплошной ряд магнитуд для всех 39 землетрясений дало лишь агентство EIDC по объемным волнам типа m_b. Оно же опубликовало и наибольшее число определений магнитуд *Ms* по поверхностным волнам – для 29 землетрясений Арктического бассейна.

Как показано в [1] и подтверждено в [6], представительными для данного региона являются землетрясения, начиная с $m_b \geq 4.5$.

Картина распределения эпицентров в 2009 г., представленная на рис. 1, типична для данного района Арктики [5]. Почти все землетрясения (38 из 39) 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 [7–10].

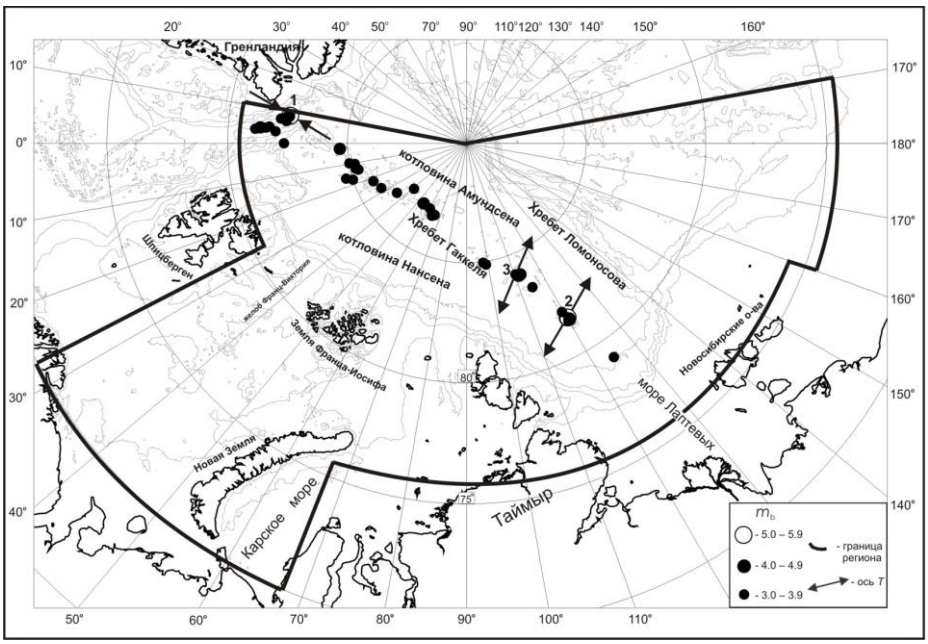

Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Арктического бассейна за 2009 г.

к содержанию

Максимальным в 2009 г. почти по всем определениям разных агентств явилось землетрясение (2), произошедшее 7 октября в 20^h52^m с координатами φ=81.59°N, λ=120.02°E. Его магнитуда по поверхностным волнам равна 5.0 по EIDC, 5.1 – по MOS с NEIC, 5.2 – по ISC. Еще большее значение дают агентства GCMT и NEIC, но для моментной магнитуды – *Mw*=5.8 [5]. На карте эпицентров оно практически завершает сейсмоструктуру вдоль хребта Гаккеля (рис. 1).

Фокальные механизмы в [11] даны для землетрясений (1–3), для двух из которых (1 и 2) имеются по два решения (GCMT и NEIC) (рис. 2).

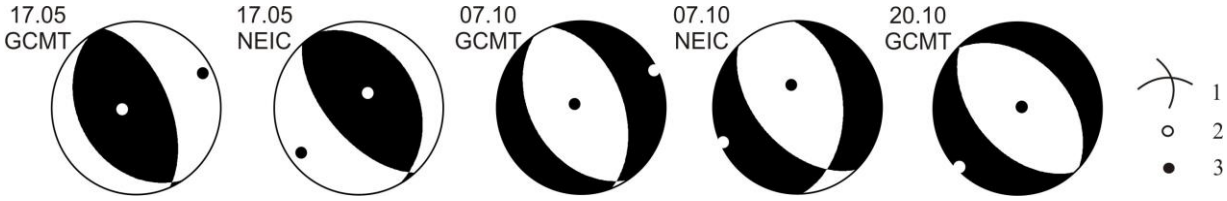

Рис. 2. Стереограммы механизмов очагов землетрясений 17 мая в 19^h24^m с *Ms*=4.9; 7 октября в 20^h52^m с *Ms*=5.2; 20 октября в 04^h47^m с *Ms*=3.7

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

Решения по землетрясениям (2 и 3) показали механизм нормального сброса: субгоризонтальные (PL_T=4°) оси растяжения *T* субортогональны линии эпицентров и, соответственно, простиранию хребта Гаккеля. Решение для землетрясения (1), зарегистрированного 17 мая в 19^h24^m с *Ms*=4.9 [5] на западном завершении хребта Гаккеля в зоне его максимального приближения к континентальному склону Гренландии и резкого изменения простирания, дало совсем другие наклоны осей напряжений к горизонту – PL_T=77°, PL_P=13° по GCMT и PL_T=73°, PL_P=15° по NEIC. В результате в его очаге реализовалась подвижка типа взброс. На основании этого можно сделать вывод о том, что это землетрясение приурочено не к оси хребта, а к параллельной ей ослабленной зоне. По-видимому, это зона сочленения океанической коры котловины Амундсена и континентальной коры гренландского шельфа. Растяжение в межплитной границе может генерировать в таких зонах взбросовые движения.

Распределение годовых чисел землетрясений и выделенной сейсмической энергии за период 1990–2009 гг. представлено в табл. 1.

Таблица 1. Годовые числа землетрясений разных магнитуд m_b и суммарной выделенной сейсмической энергии Σ*E* в Арктическом бассейне за 1990–2009 гг.

Год	m_b						N_Σ	Σ*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 роя)	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

Максимальным в 2009 г. почти по всем определениям разных агентств явилось землетрясение (2), произошедшее 7 октября в 20^h52^m с координатами φ=81.59°N, λ=120.02°E. Его магнитуда по поверхностным волнам равна 5.0 по EIDC, 5.1 – по MOS с NEIC, 5.2 – по ISC. Еще большее значение дают агентства GCMT и NEIC, но для моментной магнитуды – *Mw*=5.8 [5]. На карте эпицентров оно практически завершает сейсмоструктуру вдоль хребта Гаккеля (рис. 1).

Фокальные механизмы в [11] даны для землетрясений (1–3), для двух из которых (1 и 2) имеются по два решения (GCMT и NEIC) (рис. 2).

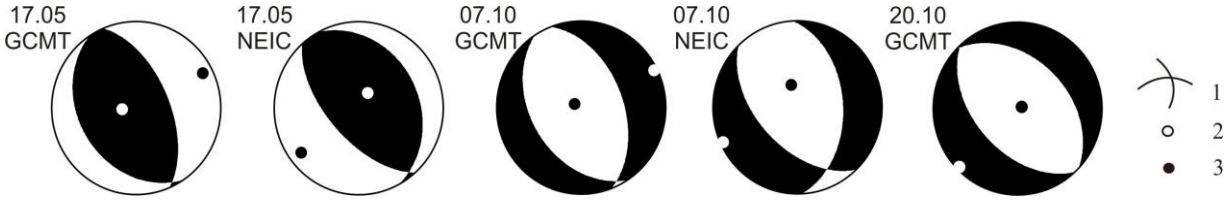

Рис. 2. Стереограммы механизмов очагов землетрясений 17 мая в 19^h24^m с *Ms*=4.9; 7 октября в 20^h52^m с *Ms*=5.2; 20 октября в 04^h47^m с *Ms*=3.7

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

Решения по землетрясениям (2 и 3) показали механизм нормального сброса: субгоризонтальные (PL_T=4°) оси растяжения *T* субортогональны линии эпицентров и, соответственно, простиранию хребта Гаккеля. Решение для землетрясения (1), зарегистрированного 17 мая в 19^h24^m с *Ms*=4.9 [5] на западном завершении хребта Гаккеля в зоне его максимального приближения к континентальному склону Гренландии и резкого изменения простирания, дало совсем другие наклоны осей напряжений к горизонту – PL_T=77°, PL_P=13° по GCMT и PL_T=73°, PL_P=15° по NEIC. В результате в его очаге реализовалась подвижка типа взброс. На основании этого можно сделать вывод о том, что это землетрясение приурочено не к оси хребта, а к параллельной ей ослабленной зоне. По-видимому, это зона сочленения океанической коры котловины Амундсена и континентальной коры гренландского шельфа. Растяжение в межплитной границе может генерировать в таких зонах взбросовые движения.

Распределение годовых чисел землетрясений и выделенной сейсмической энергии за период 1990–2009 гг. представлено в табл. 1.

Таблица 1. Годовые числа землетрясений разных магнитуд m_b и суммарной выделенной сейсмической энергии Σ*E* в Арктическом бассейне за 1990–2009 гг.

Год	m_b						N_Σ	Σ*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 роя)	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

Год	m_b						N_Σ	ΣE, 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		
2007	2	17	3				22	0.08
2008	18	31	16	5	2		72	6.2
2009	14	18	5		1	1	39	23.2
Сумма	137	317	190	83	23	4	754	298.8
Сумма (без роя)	107	200	114	58	20	4	503	277.6
Среднее за 1990–2008 гг.	6.85	15.85	9.50	4.15	1.15	0.20	37.70	14.94
Среднее без роя 1999 г.	5.35	10.0	5.70	2. 90	1.00	0.20	25.15	13.88

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

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

в которой использовались значения m_b(ISC).

В распределении событий по часам суток (рис. 3 а) отмечается слабый максимум в 04^h, 12^h и 18^h; среди дней недели (рис. 3 б) преобладает вторник.

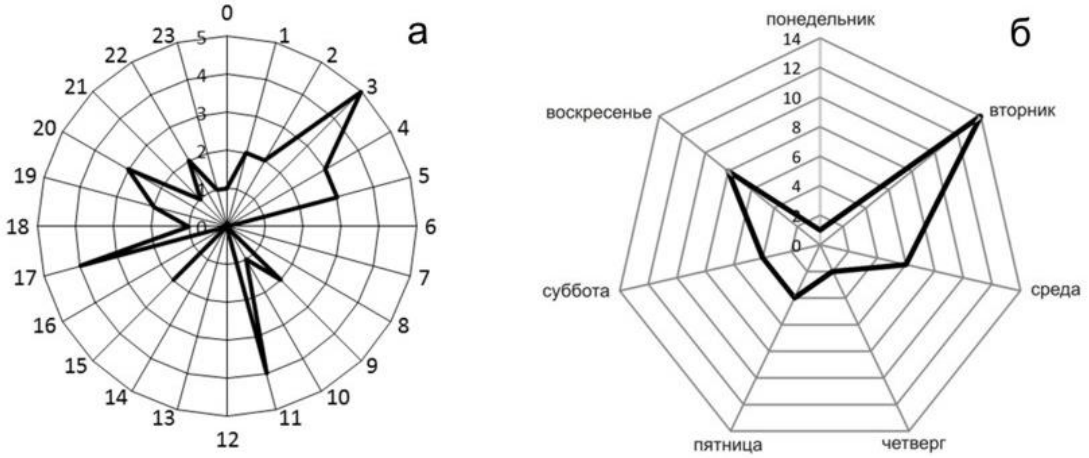

Рис. 3. Лепестковые диаграмм распределения землетрясений Арктического бассейна по часам суток (а) и дням недели за 2009 г.

Л и т е р а т у р а

1. **Аветисов Г.П.** Арктический бассейн за 1990–1994 гг. // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ГС РАН, 2000. – С. 117–121.
2. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2009 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт.** – Обнинск: ГС РАН, 2009–2010. – URL: ***ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2009/***.
3. **International Seismological Centre. On-Line Bulletin** // International Seismological Centre [сайт]. [2012]. – URL: ***http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/***.
4. **Аветисов Г.П., Винник А.А., Копылова А.В.** Модернизированный банк арктических сейсмологических данных // Российский геофизический журнал. – 2001. – №№ 23–24. – С. 42–48.
5. **Аветисов Г.П. (сост.).** Каталог землетрясений Арктического бассейна за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
6. **Аветисов Г.П.** Арктический бассейн за 2001 год // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 248–251.
7. **Sykes L.R.** The seismicity of the Arctic // Bull. Seismol. Soc. Am. – 1965. –**55**. – N 2. – P. 519–536.
8. **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.

к содержанию

9. **The Arctic Ocean region** / The Geology of North America (ed. by A. Grantz, L. Johnson and J.F. Sweeney). – The Geological Society of America. – 1990. **– L**. – 644 p.
10. **Аветисов Г.П.** Сейсмоактивные зоны Арктики. – СПб.: ВНИИокеангеология, 1996. – 185 с.
11. **Аветисов Г.П. (сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Арктического бассейна за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
12. **Касахара К.** Механика землетрясений. – М.: Мир, 1985. – С. 25.