

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

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 в 2008 г. не работало ни одной сейсмологической станции, поэтому, как и в прошлые годы [1 и др.], представляемая информация о землетрясениях получена исключительно по данным мировой сети [2, 3], вводимым последовательно в Банк арктических сейсмологических данных (АРС), структура которого описана в [4].

Всего в течение 2008 г. мировой сетью в пределах указанного региона зарегистрировано 72 землетрясения [5]), охарактеризованных определениями магнитуд по данным ISC (m_b и M_s), NEIC (m_b и M_s), EIDC (m_b и M_s), MOS ($MPSP$ и MS) и NAO (ML). Как показано в [1] и подтверждено в [6], представительными для данного региона можно считать землетрясения, начиная с $m_b \geq 4.5$.

Картина распределения эпицентров в 2008 г. типична для данного района Арктики (рис. 1). С линейно вытянутой сейсмоактивной зоной, протягивающейся через глубоководную часть Арктического бассейна и внедряющейся на шельф моря Лаптевых, связаны 69 землетрясений, т.е. 95.8 % от общего числа. Указанная зона является фрагментом глобального сейсмического пояса, трассирующего дивергентные границы литосферных плит. В глубоководной части Северного Ледовитого океана она приурочена к гребню подводного хр. Гаккеля, являющегося продольной осью Евразийского суббассейна. По ней проходит граница Евразийской и Североамериканской литосферных плит [7–10].

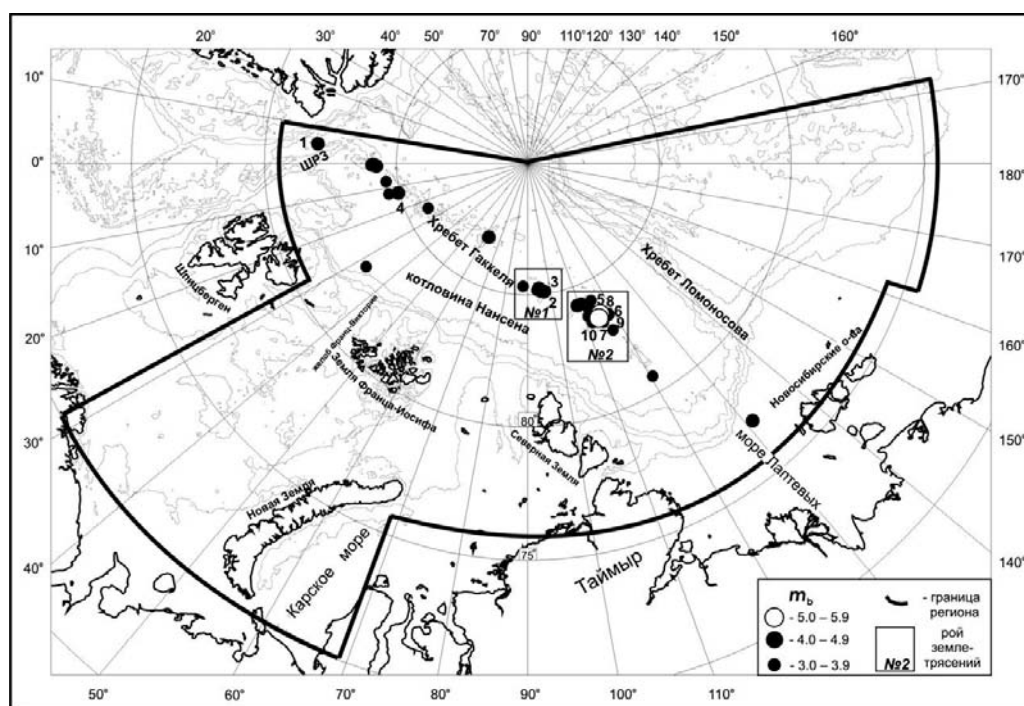


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Арктического бассейна за 2008 г.

Аномальной особенностью сейсмического режима в 2008 г. явилось возникновение двух роев землетрясений: первый находится в локальной зоне между меридианами 112 и 118°E (основное число событий между 113 и 115°); второй – между 94 и 98°E (рис. 1, 2).

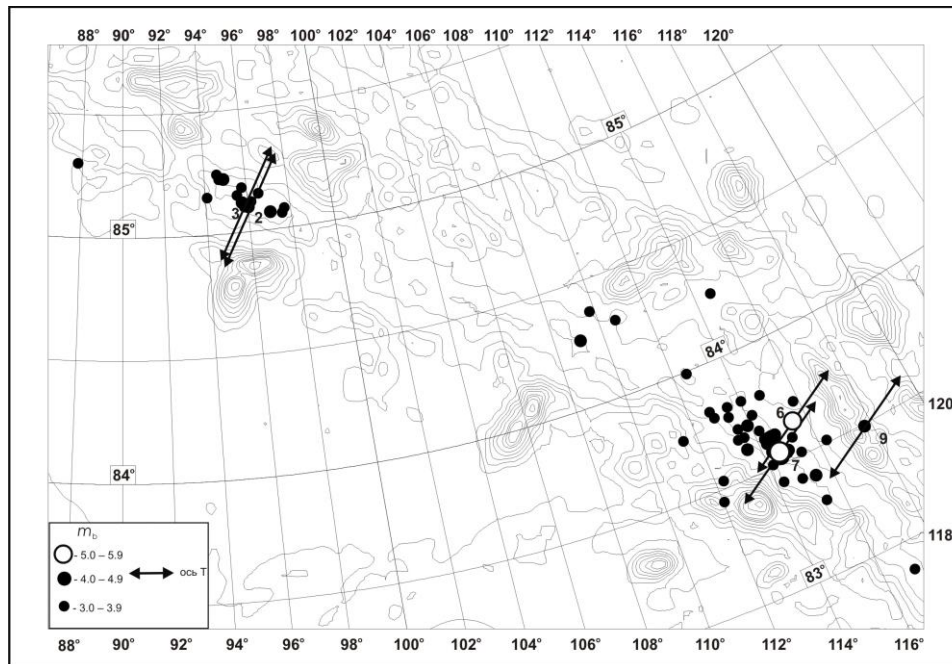


Рис. 2. Карта эпицентров двух роев землетрясений и простираение осей растяжения T в очагах (2, 3, 6, 7, 9)

Рой № 1 включает в себя 45 событий с $m_b=3.3-5.3$. Внутренний участок роя имеет близовальную форму с продольной осью вдоль рифтовой долины хр. Гаккеля. Первое одиночное землетрясение здесь произошло 14 мая в 15^h52^m с $m_b=3.6$. Активность возобновилась 5 августа в 20^h41^m и достигла максимума 13–14 августа, в течение которых произошло 17 землетрясений, в т.ч. оба с $m_b>5.0$, и с резким ослаблением продолжилась до 16 августа. После этого до конца года отмечено пять землетрясений [5]. Отметим, что за всю историю инструментальных наблюдений на этом участке зарегистрировано всего 67 землетрясений, причем их ежегодное число не превышало $N=4-5$ [4].

Рой № 2 включает в себя 15 событий с $m_b=3.4-4.6$. Здесь также активность началась одиночным землетрясением 21 марта в 18^h46^m с $m_b=3.5$, затем возобновилась 13 апреля в 20^h30^m и продолжалась до 19 апреля. После этого до конца года не зарегистрировано ни одного землетрясения. Ранее за весь период инструментальных наблюдений, на этом участке зарегистрировано лишь 37 землетрясений, среди которых пять имели магнитуду свыше 5.0 [4].

Одно землетрясение с $m_b=3.7$ произошло 12 октября в 13^h30^m в районе континентального склона в зоне выхода в котловину Нансена желоба Франц-Виктория. За всю историю инструментальных наблюдений в желобе и прилегающей акватории зарегистрировано 18 землетрясений [4].

Фокальные механизмы получены в GCMT для землетрясений (1–10), в NEIC – для (6, 7) [3]. Только одно землетрясение (4), произошедшее 28 мая в 13^h19^m с $M_w=5.2$ на западном завершении хр. Гаккеля ($\varphi=84.93^\circ$, $\lambda=13.11^\circ$), имеет в очаге подвижку типа взброс [11], причем почти горизонтальная ось сжатия P (рис. 4) субортогональна генеральной линии эпицентров (рис. 3). Подобное решение в этом месте было получено для землетрясения 29.06.2006 г. с $M_w=4.6$ [12, 13], что можно объяснить наличием здесь ослабленных зон, субпараллельных межплитной границе.

В очагах остальных межплитных землетрясений (1–3, 5–10) в пределах хр. Гаккеля отмечен режим нормального сброса ([11], рис. 4). Субгоризонтальные оси растяжения T субортогональны линии эпицентров. В пределах роя № 1 различия в азимутах оси T не превышают 4–5° [11].

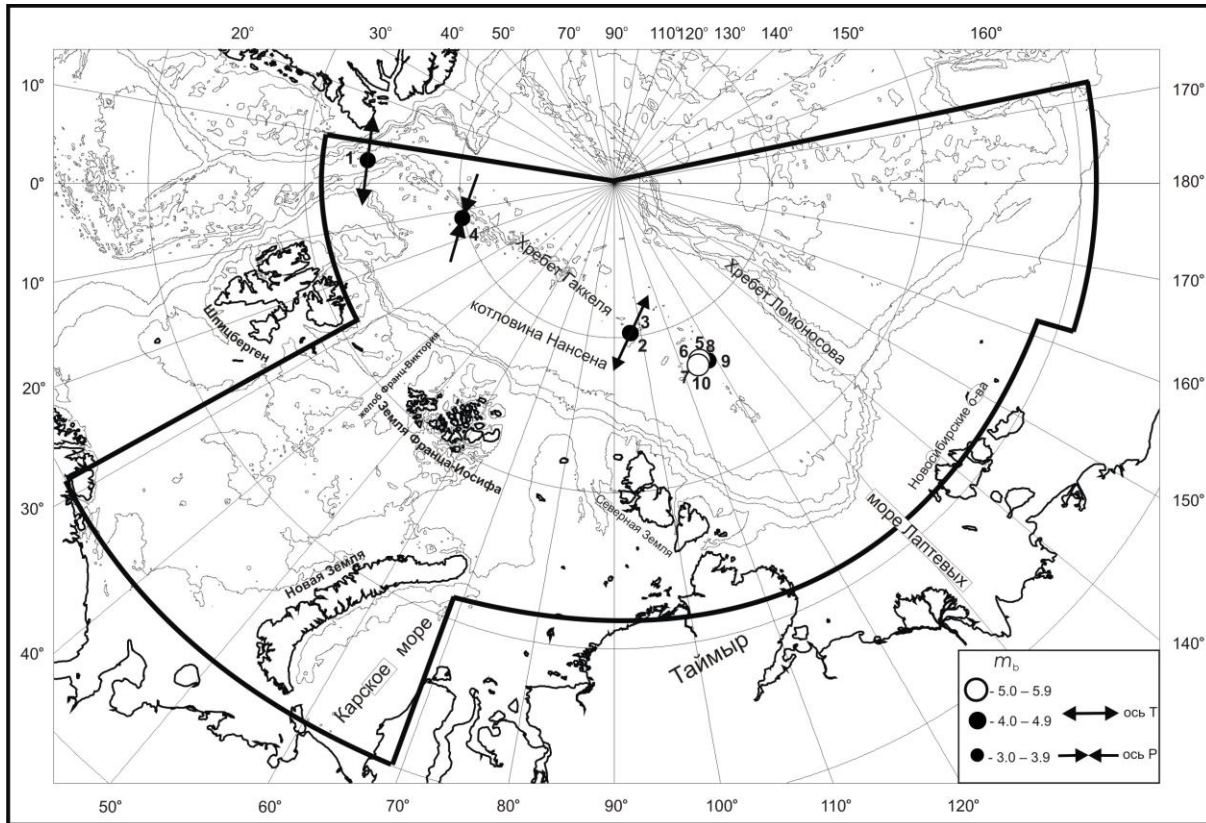


Рис. 3. Эпицентры землетрясений (1–10) с известными механизмами очагов [11] и ориентация близгоризонтальных осей напряжений в очагах (1–4)

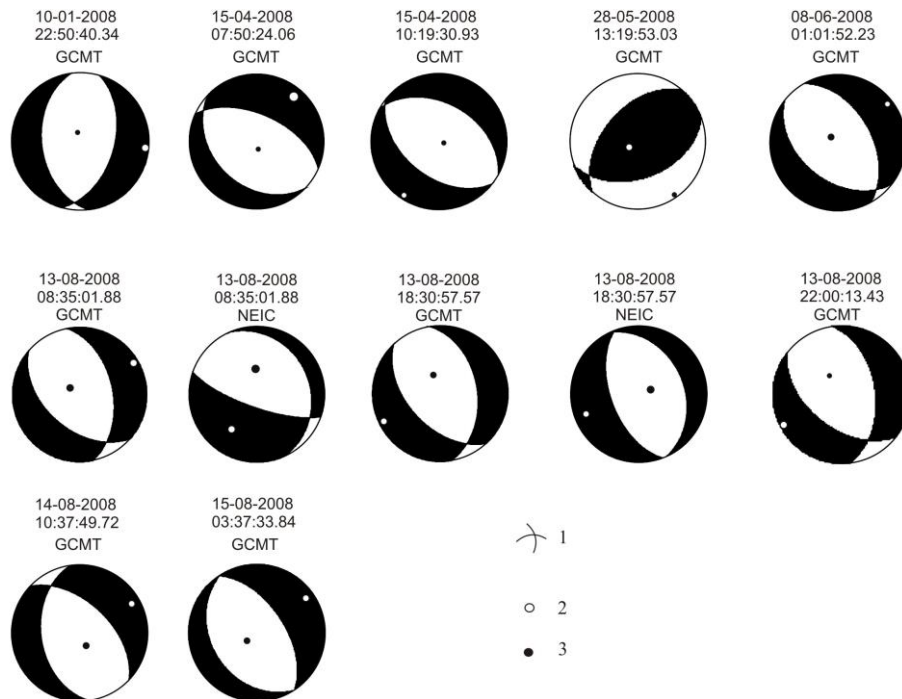


Рис. 4. Стереогаммы фокальных механизмов землетрясений (1–10) по [11] в проекции нижней полусферы

1 – нодальные плоскости; 2, 3 – оси растяжения и сжатия соответственно (зачернены области сжатия).

Распределение годовых чисел землетрясений и выделенной сейсмической энергии за период 1990–2008 гг. представлено в табл. 1.

Таблица 1. Годовые числа землетрясений разных магнитуд m_b и суммарной выделенной сейсмической энергии ΣE в Арктическом бассейне за 1990–2008 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
Сумма	123	299	185	83	22	3	715	275.6
Сумма (без мая 1999 г.)	93	182	109	58	19	3	464	254.4
Среднее за 1990–2008 гг.	6.421	15.984	9.737	4.368	1.158	0.158	37.53	13.39
Среднее (без мая 1999 г.)	4.842	9.526	5.737	3.053	1.000	0.188	24.32	13.39

Как следует из табл. 1, если не рассматривать аномальный 1999 г., то годовое число землетрясений за 2008 г., равное $N_{\Sigma}=72$, сравнимо лишь с таковым в 2005 г. ($N_{\Sigma}=63$), во все другие годы суммарные числа землетрясений в 2–3 раза ниже.

Энергия E рассчитывалась по формуле К. Касахара [14]:

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

в которой использовались значения $m_b(\text{ISC})$. Ее величина за 2008 г. составила $\Sigma E=6.2 \cdot 10^{11}$ Дж, что почти на два порядка выше таковой в 2007 г., но более чем в два раза ниже средней.

В распределении событий по времени суток (рис. 5) отмечается слабый максимум в 10^h.

Другое распределение по дням недели всех 72 землетрясений каталога [5] изображено на рис. 6. Как видим, среди дней недели доминирует «среда», приходящаяся на 13.08.2008 г., когда в рое № 2 реализовалось 17 событий.

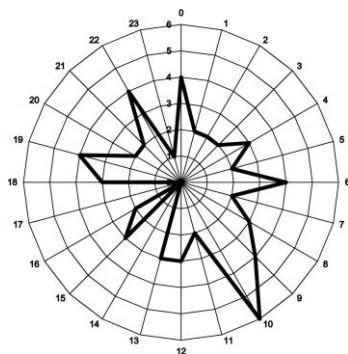


Рис. 5. Распределение землетрясений Арктического бассейна в 2008 г. по часам суток

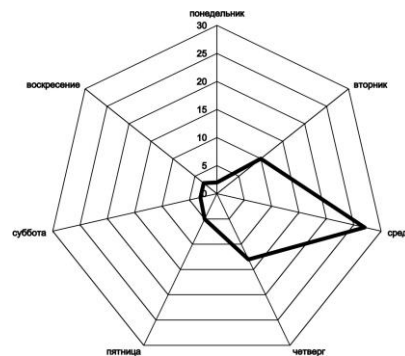


Рис. 6. Распределение землетрясений Арктического бассейна в 2008 г. по дням недели

В заключение отметим наиболее заметные особенности течения сейсмического процесса в изучаемом регионе в 2008 г. Они связаны с возбуждением двух роев объемом 15 и 45 землетрясений между меридианами 94–98°Е и 112–118°Е. Их магнитудные диапазоны Δm_b , соответственно, равны $m_b=3.4-4.6$, $3.3-5.3$. Максимальные толчки с $m_b=4.6$ и 5.3 были зарегистрированы 15 апреля в 07^h50^m и 13 августа в 08^h35^m соответственно.

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 2008 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2008–2009. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2008.
3. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2008**. – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2010. – 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 2008 г. ($N=72$). (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.
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 2008 г. ($N=10$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
12. **Аветисов Г.П. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Арктического бассейна за 2006 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – (на CD).
13. **Аветисов Г.П., Жолондз А.С.** Арктический бассейн // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 247–251.
14. **Касахара К.** Механика землетрясений. – М.: Мир, 1985. – С. 25.