

## АРКТИЧЕСКИЙ БАССЕЙН за 1990-1994 гг.

Г.П. Аветисов

*Памяти Альбины Петровны Лазаревой,  
бессмертного автора всех предыдущих  
сводок по данному региону.*

По ряду объективных и субъективных причин публикации сводок о землетрясениях Арктического региона были прерваны после 1989 г. Поэтому в настоящем сборнике освещается период 1990-1994 гг. по данным ISC [1-5]. Кроме того, признано целесообразным расширить границы региона на запад, который в окончательном виде представляет собой пятиугольник со следующими координатами угловых точек: 1 – Северный полюс; 2 – (70°N, 10°E); 3 – (70°N, 101°E); 4 – (76°N, 101°E); 5 – (76°N, 170°W) (рис. 1).

**Сеть станций.** К началу отчётного периода в регионе действовало 5 телесеismicических станций и все в западном секторе: четыре на Шпицбергене ("Kingsbay", "Hornsund", "Edge Oya" [1], "Баренцбург" [6]) и одна на Земле Франца-Иосифа ("Хейс" [6]). Станция "Хейс" в 1992 г. была законсервирована, в то время как на Шпицбергене появились две новые станции системы NORSAR: "Spitsbergen Ar." (SPA0) и "Spitsbergen Ar." (SPB2) [3]. Основная информация о seismicических станциях региона представлена в табл. 1.

**Таблица 1.** Сведения о seismicических станциях в регионе в 1994 г.

№	Станция			Дата открытия	Координаты			Аппаратура			
	Название	Код			φ°, N	λ°, E	h <sub>y</sub> , м	Тип прибора	Компонента	V <sub>max</sub>	ΔT <sub>max</sub> , с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Хейс	КНЕ		1958	80.62	58.05	22	СКМ-3 II режим СКД I режим II режим СКД, КПЧ	N,E,Z N,E,Z N,E,Z E	12000 1000 500 50	0.2-1.2 0.2-20 0.2-19 0.2-19
2	Kingsbay	KBS		1967	78.93	11.94	74	STS-IV/VBB	N,E,Z		
3	Edge Oya	EO1		1977	77.66	21.22	4	STS-IV/VBB	N,E,Z		
4	Баренцбург*			1982	78.07	14.24		СКМ-3	N,Z E	48000 49000	0.5-0.8 0.5-0.8
5	Hornsund	HSP		1984	77.01	15.57	0	STS-IV/VBB	N,E,Z		
6	Spitsbergen	SPA0		XI.1992	78.18	16.37	323	CMG-3ESP	Z		
7	Spitsbergen	SPB2		XI.1992	78.17	16.35	234	CMG-3ESP	Z		

Примечание. \* – региональная станция, кода не имеет.

Станция "Kingsbay" входит в сеть станций Университета г. Берген (Норвегия). Она ведёт цифровую регистрацию с использованием трёхкомпонентной расстановки очень широкополосных сейсмографов (VBB). Применение различных частот дискретизации обеспечивает регистрацию землетрясений в различных частотных диапазонах: очень широкая полоса (частота дискретизации 20 Гц); очень короткопериодная (VSP, 40 Гц и 80 Гц), длиннопериодная (LP, 1 Гц), очень длиннопериодная (VLP, 0.1 Гц), ультрадлиннопериодная (ULP, 0.01 Гц). Аналогичная запись ведётся на станциях "Edge Oya" и "Hornsund", принадлежащих соответственно сетям seismicических станций Университета г. Сент-Луис штата Миссури (США) и Института геофизики Академии наук Польши.

Обе станции "Spitsbergen" принадлежат NORSAR. Каждая из них ведёт цифровую регистрацию в частотном диапазоне 0.001-80 Гц с использованием расстановки из семи вертикальных сейсмографов: один в центре и по три на двух концентрических окружностях с диаметрами 500 и 1000 м.

**Каталог землетрясений и проблема магнитуд.** Во ВНИИ Океангеология нами создан Банк арктических сейсмологических данных (АРС) [7]. В настоящем сборнике приводится каталог землетрясений за 1990-94 гг., полученный из АРС. Каталог содержит 154 землетрясения (см. наст. сб.). Представленная в нём информация получена по данным трёх агентств мировой сети (ISC, NEIC, MOS) и локальных сетей станций Фенноскандии и Шпицбергена, собранных ISC [1-5].

Землетрясения, зарегистрированные мировой сетью, охарактеризованы, главным образом, определениями магнитуд в дальней зоне:  $m_b$  – по объёмным волнам и MS – по поверхностным. Для определения магнитуд землетрясений в ближней зоне по записям локальных сетей использовались региональные магнитудные шкалы локальных магнитуд ML [8] и магнитуд Md [9], разработанные в Сейсмологической обсерватории Университета г. Берген (агентство BER). Формулы для их определения имеют вид:

$$ML=1.0 \lg A_{Z_{\max}} + 0.91 \lg r + 0.00087 r - 1.67,$$

где  $A_{Z_{\max}}$  – максимальная амплитуда записи S- или L- волн на Z-компоненте, r – гипоцентральное расстояние, км;

$$Md = -3.0 + 2.6 \lg \tau + 0.001 \Delta,$$

где  $\tau$  – длительность записи землетрясения в секундах, равная  $F - t_p$  ( $t_p$  – время вступления P-волн, F – время, после которого амплитуда полезной записи не превышает уровня двойной амплитуды помех);  $\Delta$ , км – эпицентральное расстояние.

В качестве приоритетной магнитуды для составленного нами каталога землетрясений Арктики была выбрана магнитуда  $m_b$ (ISC). Заложённая в АРС сейсмологическая информация и реализованные функции его системы управления позволили выяснить возможность унификации магнитуд землетрясений региона. Наиболее надёжное уравнение регрессии (при коэффициенте корреляции 0.76) получено для пары Md(BER) и  $m_b$ (ISC). Объём выборки составил 112 землетрясений в диапазоне Md=2.0-5.0. Уравнение связи имеет вид:

$$m_b = 0.9 Md + 1.18.$$

Для пары ML(BER) и  $m_b$ (ISC) найдено всего 45 определений, причём, коэффициент корреляции менее 0.5, поэтому уравнение связи между ними не устанавливалось.

**Сейсмичность.** Как видно из рис. 1, картина распределения эпицентров землетрясений типична для данного района Арктики. Главная её особенность – существование линейной сейсмоактивной зоны (Срединно-Арктический пояс), протягивающейся через глубоководную часть Арктического бассейна до шельфа моря Лаптевых и являющейся фрагментом глобального сейсмического пояса срединно-океанических хребтов, трассирующего дивергентные границы литосферных плит. В Арктическом бассейне она приурочена к гребню подводного хребта Гаккеля [10] – продольной оси Евразийского суббассейна Северного Ледовитого океана, разделяющей Евразийскую и Североамериканскую плиты. Распределение землетрясений по годам в Срединно-Арктическом поясе дано в табл. 2.

Требуют отдельного упоминания 2 землетрясения 1994 г., происшедшие 26 апреля в  $13^h 27^m$  с  $m_b=4.3$  и 23 сентября в  $02^h 11^m$  с  $m_b=4.6$  за пределами Срединно-Арктического пояса. Первое из них локализовано к северо-западу от Земли Франца-Иосифа и подтверждает наличие современной тектонической активности расположенного здесь субмеридионального жёлоба Франца-Виктории [11,12]; второе – к северу от Новосибирских островов и пополняет локализованную в 1973 г. субмеридиональную зону повышенной сейсмичности. Многочисленные слабые землетрясения регистрировались здесь в 1974-75 гг. экспедиционными станциями НИИГА, установленными на Новосибирских островах [11,13].

Другой областью повышенной сейсмичности в пределах региона (район №2) являются его западный и юго-западный фланги, а именно зона сочленения Баренцева и Норвежского морей и архипелаг Шпицберген (рис. 1,2). Распределение землетрясений в пределах этой сейсмоактивной зоны представлено в табл. 3.

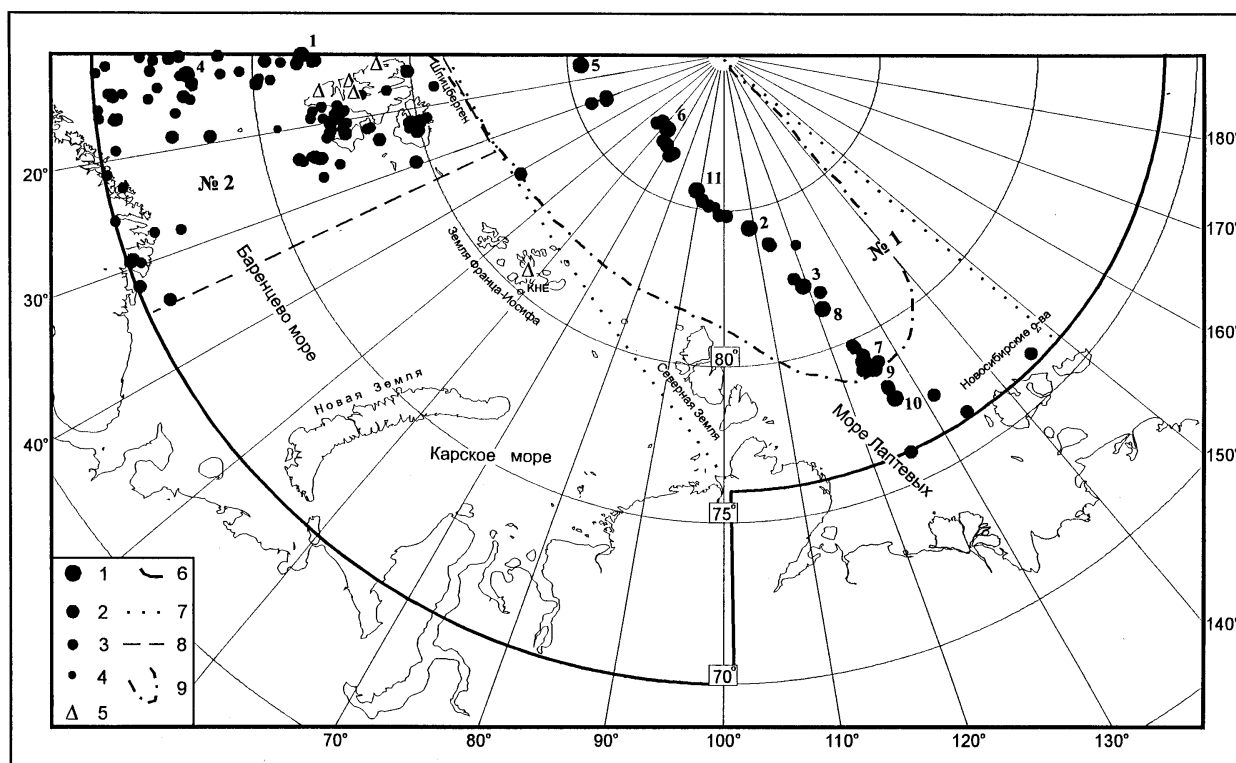


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Арктического бассейна за 1990-94 гг.

1-4 – магнитуда  $m_b$  в интервале 5.0-5.9, 4.0-4.9, 3.0-3.9 и  $\leq 2.9$  соответственно; 5 – сейсмическая станция; 6 – граница региона; 7 – граница района №1; 8 – граница района №2; 9 – граница Евразийского суббассейна.

Таблица 2. Распределение числа землетрясений Срединно-Арктического пояса (район №1) по магнитудам  $m_b$  за 1990-94 гг.

$m_b$	Годы					$N_{\Sigma}$
	1990	1991	1992	1993	1994	
3.3-3.7	-	1	-	-	-	1
3.8-4.2	2	2	1	2	-	7
4.3-4.7	6	5	2	10	3	26
4.8-5.2	2	3	2	5	1	13
5.3-5.7	-	1	-	-	-	1
5.8-6.2	-	-	1	-	-	1

Таблица 3. Распределение числа землетрясений в районе №2 по магнитудам  $m_b$  за 1990-94 гг.

$m_b$	Годы					$N_{\Sigma}$
	1990	1991	1992	1993	1994	
2.8-3.2	3	-	1	6	11	21
3.3-3.7	3	7	9	7	18	44
3.8-4.2	2	1	11	4	6	24
4.3-4.7	4	3	2	1	1	11
4.8-5.2	1	2	1	-	-	4
5.3-5.7	-	1	-	-	-	1

Широкая полоса эпицентров вдоль западной границы региона, на акватории, тяготеющая к субмеридионально ориентированному разлому Сенья, являющемуся тектонической границей Норвежского и Баренцева морей, протягивается от срединно-океанического пояса до берегов Скандинавии. Главным тектоническим фактором повышенной сейсмичности здесь, а также на архипелаге Шпицберген, является разрядка напряжений, генерируемых в пределах ближайшего

участка межплитной границы [11]. На Шпицбергене (рис. 2) подтверждается существование двух относительно локализованных участков повышенной сейсмичности: южного – в проливе Стур-Фиорд и северного – в пределах острова Северо-Восточной Земли.

Распределение суммарного за 5 лет числа землетрясений в районах №№1,2 по магнитудам, представленное в табл. 2 и 3, может быть использовано для приближённой оценки уровня представительности  $m_{\min}$  в выделенных районах с помощью графиков повторяемости  $N(m_b)$ , изображённых на рис. 3. Левый загиб графиков  $\lg N(m_b)$  для района №1 соответствует  $m_{\min}=4.5$ , для района №2 –  $m_{\min}=3.5$ .

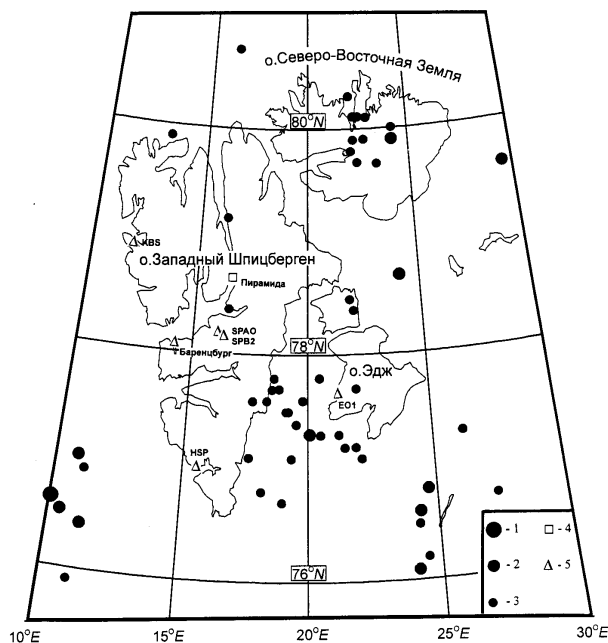


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Шпицбергена и окружающей акватории за 1990-94 гг.

1-3 – магнитуда  $m_b$  (расчётная) в интервале 5.0-5.9, 4.0-4.9, 3.0-3.9 соответственно; 4 – посёлок Пирамида; 5 – сейсмическая станция.

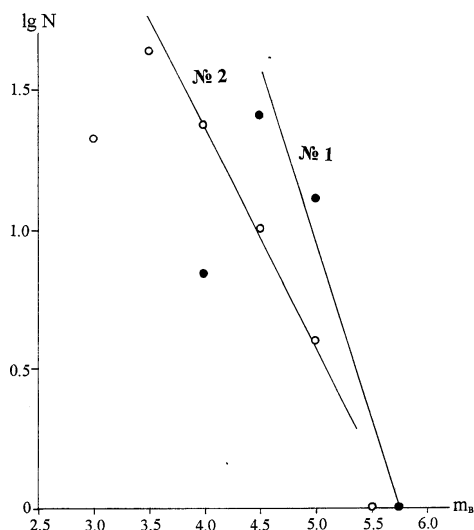


Рис. 3. Графики повторяемости землетрясений  $\lg N(m_b)$  в пределах выделенных на рис. 1 районов №1 и №2

По 9 землетрясениям в [2-5] имеются решения фокальных механизмов, полученные по методу тензора момента центроида (ТМЦ) (см. раздел "Каталоги механизмов..." в наст. сб.). 8 землетрясений относятся к зоне Срединно-Арктического хребта, и для них закономерно получен нормально-сбросовый механизм. По одному землетрясению из зоны разлома Сенья получен

взбросовый механизм. Для 2 землетрясений, происшедших 11.06.1991 г. в 07<sup>h</sup>16<sup>m</sup> и 17.02.1992 г. в 00<sup>h</sup>01<sup>m</sup>, есть решения, найденные и методом первых вступлений. Для первого землетрясения такое определение механизма очага проведено нами по общепринятой в России методике [14]. При 111 знаках первых вступлений, в том числе 11 несогласующихся, получен единственный вариант решения [11], достаточно близкий к решению ТМЦ. По второму землетрясению решение приведено в [3] и признано плохо контролируемым.

#### Л и т е р а т у р а

1. **Regional Catalogue of Earthquakes. 1990.** Intern. Seism. Centre. Newbury. V. 27. №1, 2.
2. **Regional Catalogue of Earthquakes. 1991.** Intern. Seism. Centre. Newbury. V. 28. №1, 2.
3. **Regional Catalogue of Earthquakes. 1992.** Intern. Seism. Centre. Newbury. V. 29. №1, 2.
4. **Regional Catalogue of Earthquakes. 1993.** Intern. Seism. Centre. Newbury. V. 30. №1, 2.
5. **Regional Catalogue of Earthquakes. 1994.** Intern. Seism. Centre. Newbury. V. 31. №1, 2.
6. **Кондорская Н.В., Федорова И.В. 1996.** Сейсмические станции Единой системы сейсмических наблюдений СССР (ЕССН) на 01.01.90 г. М.: Изд-во ОИФЗ РАН. 36 с.
7. **Аветисов Г.П., Винник А.А. 1995.** Банк арктических сейсмологических данных // Физика Земли. №3. С. 78-83.
8. **Alsaker A., Kvamme L.B., Hansen R.A., Dahle A., Bungum H. 1991.** The ML scale in Norway // Bull. Seism. Soc. Am. 81. P. 379-398.
9. **Seismological bulletin from the Norwegian seismic network. 1990.** General bulletin Information. Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen. Bergen. Norway.
10. **Трешников А.Ф., Балакшин А.А. и др. 1967.** Географические наименования основных частей рельефа дна Арктического бассейна // Проблемы Арктики и Антарктики. Л.: Изд-во Морской транспорт. С. 5-15.
11. **Аветисов Г.П. 1996.** Сейсмоактивные зоны Арктики. Санкт-Петербург: Изд-во ВНИИ Океангеология. 185 с.
12. **Аветисов Г.П. 1971.** Сейсмическое районирование территории архипелага Земля Франца-Иосифа // Геофизические методы разведки в Арктике. Вып. 6. Л.: Изд-во НИИГА. С. 128-134.
13. **Аветисов Г.П. 1975.** Сейсмичность моря Лаптевых и ее связь с сейсмичностью Евразийского бассейна // Тектоника Арктики. Вып. 1. Л.: Изд-во НИИГА. С. 31-36.
14. **Аптекман Ж.Я., Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И., Писаренко В.Ф., Поплавская Л.Н., Рудик М.И., Соловьёв С.Л. 1979.** Массовое определение механизмов очагов землетрясений на ЭВМ // Теория и анализ сейсмологических наблюдений (Вычислительная сейсмология. Вып. 12.). М.: Наука. С. 45-58.