

Землетрясения Арктики¹

Арктическая зона расположена севернее $\varphi=60^\circ$ N и занимает огромную территорию, составляющую около $1/10$ всей поверхности земного шара. По уровню сейсмической активности зона очень неравномерна и включает в себя как районы, где до сих пор телесеismicкой сетью станций не отмечено ни одного эпицентра (Восточно-Сибирское море, Северный Ледовитый океан восточнее хребта Ломоносова и др.), так и районы, где зарегистрировано предельно сильное землетрясение (Аляска, 28 марта 1964 г., $M=8\frac{1}{2}$).

В настоящей статье рассматриваются только землетрясения, происшедшие в 1965 г. в Советском секторе Арктики, т. е. на территории севернее $\varphi=60^\circ$ N, ограниченной примерно тридцатым восточным меридианом на западе и меридианом $\lambda=169^\circ$ W на востоке.

Район этот недостаточно полно охвачен сейсмическими станциями, и сведения о его активности базируются в основном на данных сети опорных станций СССР, которые регистрируют землетрясения Арктики с $M \geq 4$. В 1965 г. таких землетрясений было 5, список их приведен ниже.

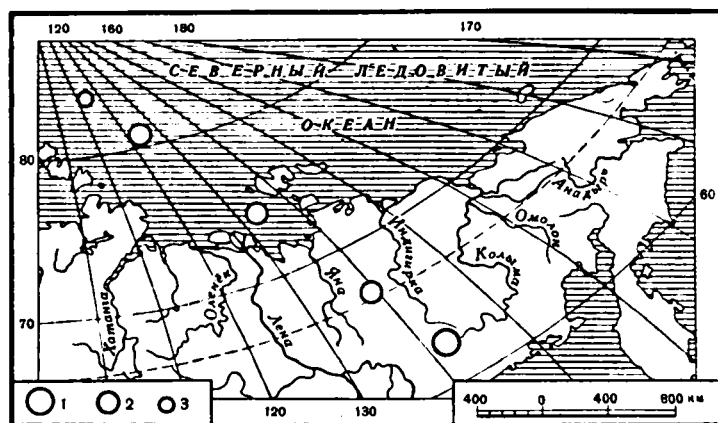
Каталог землетрясений Арктики за 1965 г.

Месяц	Число	Момент возникновения, ч. м. с.			Координаты эпицентра		M	Район
					φ° N	λ° E		
I	1	12	09	10	83,8	113,8	4	Северный Ледовитый океан
V	8	01	22	31	80,4	122,8	$4\frac{1}{4}-4\frac{1}{2}$	То же
	24	03	39	22	74,0	132,1	$4-4\frac{1}{2}$	Море Лаптевых
IX	27	01	10	58	67,3	139,6	$4\frac{1}{4}-4\frac{1}{2}$	Хребет Черского
XI	2	16	26	58	62,0	142,8	$4\frac{1}{2}-5$	Район Верхоянского хребта

Примечательно, что все пять землетрясений произошли примерно вдоль меридиана $\lambda \approx 130^\circ$ E, а широты их последовательно снижались от $\varphi \approx 84^\circ$ N до $\varphi \approx 62^\circ$ N. Расположение эпицентров показано на фиг. 1. Земная кора вдоль трассы, отмечающей очаги, имеет различное строение — от океанической в центральной части Северного Ледовитого океана до континентальной в районе Верхоянского хребта.

Все землетрясения приходятся на районы, где и ранее неоднократно фиксировались толчки [1]. Таким образом, основные черты сейсмичности Арктики не изменяются и при пополнении материалов наблюдений современными данными.

¹ Статья составлена Центральной сейсмической станцией Пулково ИФЗ АН СССР.



Фиг. 1. Карта эпицентров землетрясений Арктики за 1965 г.
 Магнитуда: 1 — $M=4\frac{1}{2}-5$; 2 — $M=4-4\frac{1}{2}$; 3 — $M=4$

Кроме арктических землетрясений, регистрируемых удаленными станциями, необходимо также отметить наличие слабых местных землетрясений, записываемых сейсмической станцией Тикси. Список этих землетрясений приводится ниже.

Месяц	Число	Момент возникновения,			Δ, км
		ч.	м.	с.	
I	15	16	21	11	70
III	12	18	49	35	70
	29	04	30	59	60
X	2	09	23	06	70
	6	07	11	04	110
	18	05	04	40	70
	25	09	33	13	70
XI		09	34	17	70
	1	07	07	00	130
	13	08	44	22	90
	16	20	51	36	70
	29	10	56	27	155

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Линден. О карте сейсмичности Арктики.— В сб.: Сейсмические и гляциологические исследования в период МГГ. Изд-во АН СССР, 1959, № 2.

Землетрясения Арктики

Сейсмические наблюдения в Арктике в 1966 г. были несколько расширены за счет экспедиционных наблюдений на Чукотке и в Норильске. Таким образом, в 1966 г. в советском секторе Арктики наблюдения проводились в шести пунктах: Апатиты, Хейс, Норильск, Тикси, Якутск и Иультин. Все наблюдательные пункты были оборудованы сейсмографами СК и какой-либо высокочувствительной аппаратурой, кроме Норильска, имевшего только СК.

Организация наблюдений в двух новых пунктах не понижает уровня магнитуды ($M \geq 4$), с которого сеть станций начинает регистрировать

Таблица 1

Дата	Время возникновения, ч. м. с.	Координаты эпицентра		M	Район
		φ° N	λ° E		
2.III . .	05 59 53	85,9	30,2	4 ¹ / ₄	Северный Ледовитый океан
9.VI . .	06 57 49	84,9	97,0	4 ¹ / ₄	То же

Таблица 2

Дата	Время возникновения, ч. м. с.	Δ , км	K	Дата	Время возникновения, ч. м. с.	Δ , км	K
28.I	22 29 22	70	≤ 8	14.IX . . .	06 00 45	110	8
23.V	15 26 17	60	≤ 8	06 09 33	100	≤ 8	
8.VIII	12 14 51	200	≤ 8	16.IX . . .	22 36 09	110	≤ 8
16.VIII	07 39 41	70	≤ 8				

землетрясения Арктики, так как территория ее огромна, основная масса эпицентров проходит по Центральному бассейну, а все станции, кроме Хейса, расположены на материке. Но для изучения региональной сейсмичности каждый новый пункт наблюдения дает и новые сведения.

Активность рассматриваемой зоны в 1966 г. была невысокой, суммарная энергия, выделившаяся в течение года, составляет около 10^{19} эрг. Сеть опорных станций СССР зарегистрировано два землетрясения. Их параметры приведены в табл. 1 по сейсмологическому бюллетеню и дополнены для первого землетрясения значением магнитуды, определенным по поверхностным волнам, записанным сейсмостанцией Хейс.

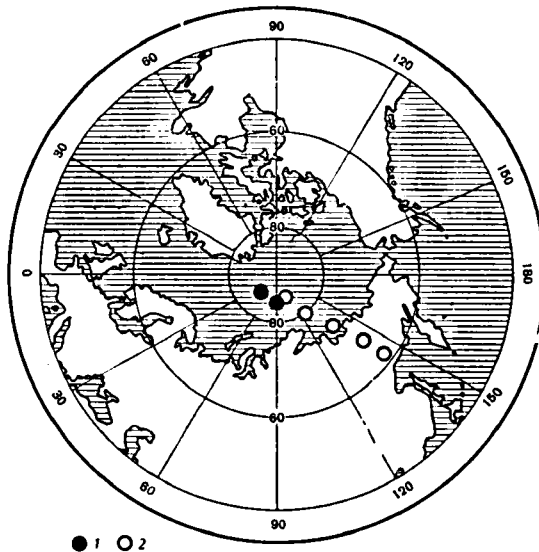
Оба землетрясения интерпретируются как поверхностные.

Таблица 3

Дата	Время возникновения, ч. м. с.	Δ , км	К	Координаты эпицентра		Дата	Время возникновения, ч. м. с.	Δ , км	К	Координаты эпицентра	
				φ° N	λ° E					φ° N	λ° E
25.III	00 09 07	80	8			21. IX	16 13 29,5	190	7		
28.III	11 21 38	200	8				16 48 51,7	200	7		
	16 12 06,5	190	8				16 50 22	190	7		
5.V	01 58 16	190	8				16 52 45,5	190	7		
7.V	05 59 58	160	8				17 01 44,2	200	6		
9.V	02 28 52	190	8				17 07 08,2	200	8	67	175
16.V	11 23 47	135	8				17 17 42,6	200	6		
2.VI	10 33 57	155	8				17 57 13,5	190	6		
7.VI	21 59 18	180	8				17 58 47,2	200	8	67	175
23.VI	11 42 43	135	8				18 02 46,2	200	8	67	175
6.VII	11 39 13	110	8				18 21 33	190	7		
17.VII	13 26 03	100	8			3.XI	09 11 11	130	7		
20.VIII	04 51 58	105	8			4.XI	22 15 54,9	165	7	66	180
27.VIII	18 38 29,3	180	8			6.XI	05 28 44,6	170	8		
21.IX	09 52 32,5	190	7			7.XI	11 53 46,9	170			
	10 55 17	190	6			11.XI	13 17 00,1	120	8		
	15 59 04	190	7			31.XII	17 11 15	190	9		

На фиг. 1 показано расположение эпицентров за 1965 [1] и 1966 гг. Землетрясения 1966 г. продолжают линию эпицентров 1965 г., располагаясь в глубоководных частях Центрального Арктического бассейна ($h \geq 3500$ м).

В Арктической зоне отмечается также наличие слабых землетрясений, регистрируемых только одним близко расположенным к эпицентру пунктом. В табл. 2 даны списки таких землетрясений для станции Тикси. Наблюдения за близкими землетрясениями в районе Иультина начались с 17 марта 1966 г. В табл. 3 приведен список близких землетрясений ($\Delta < 200$ км), отмеченных станцией Иультин.



Фиг. 1. Карта эпицентров землетрясений Арктики за 1965 и 1966 гг.
1 — эпицентр землетрясения в 1966 г.; 2 — эпицентр землетрясения в 1965 г.

При определении энергетического класса землетрясений использовалась калибровочная функция Т. Г. Раутиан для Средней Азии, так как калибровочной функции для северо-востока Азии нет. Выбор именно этой номограммы определился тем, что она, в частности, составлялась и по данным приборов СКМ-3, которые установлены в Иультине.

Станции Апатиты и Якутск также дают материалы для суждения о сейсмическом режиме близлежащих районов, но эти данные обобщаются в Кольском и Якутском филиалах АН СССР соответственно.

Интересный материал был получен наблюдательным пунктом Норильск. Кроме хороших записей удаленных землетрясений, станция пишет значительное число довольно близких, слабых землетрясений, которые представляют большой интерес в связи с малой изученностью сейсмичности этого района.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А. П. Л а з а р е в а. Землетрясения Арктики в 1965 г. Сб. «Землетрясения в СССР в 1965 г.». Изд-во «Наука», 1967.

Землетрясения Арктики в 1967 и 1968 гг.

В 1967 и 1968 гг. на территории Советского сектора Арктики ($\varphi \geq 60^\circ \text{N}$; $30^\circ \text{E} \leq \lambda \leq 169^\circ \text{W}$) в Единой системе сейсмических наблюдений СССР действовали опорные сейсмические станции в Апатитах, на о-ве Хейса (Земля Франца-Иосифа), в Тикси и Якутске. Кроме того, проводились наблюдения и в некоторых других пунктах: Иультин (Чукотский полуостров), Норильск.

Расположение станций показано на рис. 1. Все они (кроме Норильска) оборудованы стандартной аппаратурой СК и высокочувствительными сейсмографами. Параметры и характеристики аппаратуры публикуются в сборниках [1]. Количество и расположение станций таково, что более чем одной станцией записываются только землетрясения с $M \geq 4$. Сейсмичность рассматриваемой области невысока. За два года произошло 11 землетрясений с $M = 4 - 5\frac{1}{2}$.

Каталог землетрясений Арктики с $M \geq 4$ за 1967 и 1968 гг.

Число	Момент возникновения, ч. м. с.	Координаты эпицентра		M	Район
		$\varphi^\circ \text{N}$	$\lambda^\circ \text{E}$		
1967 г.					
Март					
13	21 44 06	82,6	39,8	4	Северный Ледовитый океан
14	07 50 17	82,5	40,7	$5\frac{1}{2}$	То же
30*	03 27 41,5	85,7	86,0	4,8	» »
	08 41 09	85,4	85,3	4	» »
Май					
20	23 18 12	66,5	34,3	4	Кандалакшская губа
Сентябрь					
8*	12 44 44,8	78,2	126,3	4,5	Море Лаптевых
1968 г.					
Январь					
18*	21 56 59,5	82,3	117,8	4,4	Северный Ледовитый океан
19*	06 59 49,7	82,2	118,8	4,5	То же
Июнь					
8	00 41 28	87,0	54,2	$4\frac{1}{2} - 4\frac{3}{4}$	» »
	06 12 20,0	87,0	50,0	4,4	» »
Сентябрь					
9	02 20 59	66,2	142,0	5	хр. Черского

Таблица 1

Землетрясения с $\Delta \leq 200$ км, записанные станцией Тикси

Месяц	Число	Момент возникновения, ч. м. с.	Δ , км	Месяц	Число	Момент возникновения, ч. м. с.	Δ , км
1967 г.				III	28	13 17 11 16 41 19	155 195
II	21	12 45 55	120			21 56 59	185
II	26	09 03 26	170			22 38 15	170
III	8	15 48 16	25	IV	18	19 17 21	180
IV	1	16 11 08	155			19 28 50	180
VI	19	20 08 32	10			19 36 32	170
	20	21 36 01	20			20 47 39	180
VIII	16	03 19 12	190		19	10 05 21	190
IX	7	01 34 35	20		20	05 16 56	140
	8	05 38 49	190		20	12 56 30	180
IX	14	23 16 17	90		23	14 15 49	105
	21	21 28 09	20		25	15 01 45	185
X	12	08 16 19	30	V	21	00 07 05	180
	13	14 56 42	20			19 51 58	180
	14	00 52 09	150		27	10 01 15	30
		07 00 13	100			10 22 51	80
XII	1	13 46 06	120	VI	30	08 58 06	80
				IX	16	07 36 24	150
					18	18 14 34	60
1968 г.					20	11 30 08	70
I	14	10 33 33	200		21	16 47 42	80
		10 35 26	200		26	23 09 47	120
	17	05 42 47	100	X	14	07 51 40	40
	20	11 08 39	110		18	18 27 13	70
	22	14 49 43	140			19 01 16	80
	29	20 32 48	180	XI	2	23 35 07	100
II	1	09 50 09	155			18 41 16	60
III	17	15 11 08	110	XII	4	13 04 15	90
	20	13 05 21	60		8	20 37 46	70
	22	05 46 02	105		11	05 23 14	105
	25	23 22 37	180		31	06 44 32	160
	26	01 29 21	190				

Таблица 2

Землетрясения с $\Delta \leq 200$ км, записанные станцией Пультин

Месяц	Число	Момент возникновения, ч. м. с.	Δ , км	Месяц	Число	Момент возникновения, ч. м. с.	Δ , км
1967 г.							
I	1	21 50 24	40	XI	5	10 09 46,6	190
	3	19 53 46,8	180		6	18 19 02,2	60
	8	05 29 25,7	125			21 21 27,6	120
		08 23 30,6	170		10	22 52 40	150
		12 04 17,3	170	XII	7	00 09 07	110
III	28	14 36 15,5	190		22	11 05 40	150
VI	3	08 59 18,6	120				
1968 г.							
I	6	00 40 23	180	V	12	03 02 19,7	45
	13	08 15 20	80	VI	22	13 04 34,4	140
	26	10 47 36	100	VII	4	08 40 39,8	160
II	20	06 57 08,6	10	XII	25	09 58 57,2	160
III	11	17 39 32,5	190		26	05 51 39,8	140
	13	04 23 45,6	200			20 22 09,6	150

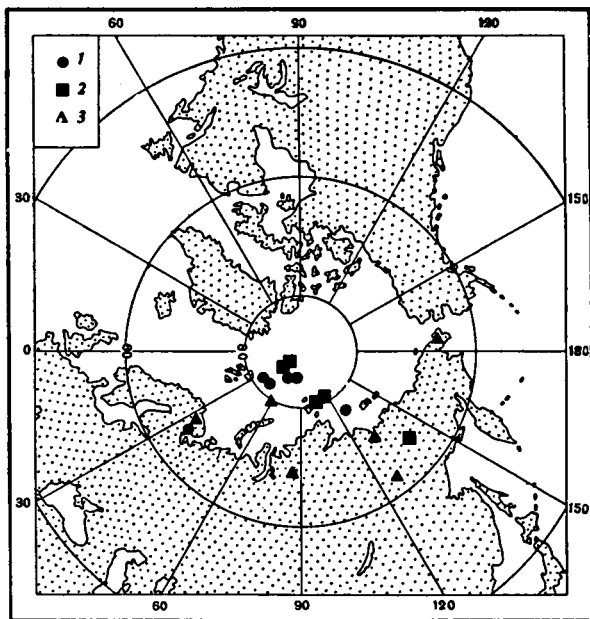


Рис. 1. Карта расположения сейсмических станций и эпицентров землетрясений в Советском секторе Арктики

1 — эпицентры землетрясений 1967 г.; 2 — эпицентры землетрясений 1968 г.; 3 — сейсмические станции

Параметры землетрясений приведены в каталоге по Оперативному и Сейсмологическому бюллетеням СССР, а отмеченные звездочкой — по бюллетеню USCGS, следовательно магнитуды даны в разных системах. Для землетрясений 13.III 1967 г. в 21 ч. и 30.III 1967 г. в 8 ч. магнитуды (M_{LH}) вычислены по записям станции Хейс. Все очаги интерпретируются как поверхностные.

Эпицентры 1967 и 1968 гг., кроме 20.V 1967 г. и 9.IX 1968 г., приурочены к известной полосе очагов, проходящей через Центральный Арктический бассейн вдоль хр. Ломоносова. Очаги землетрясений 20.V 1967 и 9.IX 1968 гг. также расположены в районах, где и ранее происходили землетрясения [2].

Значительно увеличилось число слабых, близких землетрясений, зарегистрированных станцией Тикси (табл. 1). За два года было отмечено 60 землетрясений с $\Delta \leq 200$ км и 10 — с $600 > \Delta > 200$ км.

Экспедиционная станция Иульгин (табл. 2) отметила за два года 25 землетрясений с $\Delta \leq 200$ км и 64 с $600 > \Delta > 200$ км.

ЛИТЕРАТУРА

1. Параметры, амплитудно-частотные и фазовые характеристики приборов опорных сейсмических станций СССР. М., 1966.
2. Атлас землетрясений в СССР. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Землетрясения Арктики

В 1969 г. на территории Советского сектора Арктики действовали пять стационарных сейсмических станций (табл. 1).

Таблица 1

Основные параметры приборов

Станция	Тип аппаратуры	Z		EW		NS	
		V_m	T_m	V_m	T_m	V_m	T_m
Апатиты	СК	480	0,3—11	730**	0,2—13	680	0,2—13
	СХ	20 300	0,3—0,55	18 000**	0,3—0,55	21 500	0,3—0,55
Хейс	СКМ-3	73 000	0,75—1,0	9 200	0,2—0,55	17 400	0,2—0,4
	СК	1 130	2,0—10	850	0,3—11	680	0,3—11
Норильск *	СКМ-3	27 200	0,2—1,2	27 800	0,2—1,2	27 800	0,2—1,2
	СК	1 210	0,5—11	1 760	0,4—11	1 760	0,4—11
Тикси	СК	1 020	5,0—11	1 690	0,4—11	1 810	0,4—11
	СВКМ-3	83 500	0,45—0,92				
Якутск	СК	720	0,3—10	1 620	0,3—10	1 630	0,3—10
	СКМ-3	26 100	0,5—1,3	41 200	0,7—1,4	35 000	0,7—1,4
Нультин	СГК-КПЧ					135	0,3—10
	СК	1 200	6—11	1 700	0,4—11	1 650	0,8—11
	СКМ-3	84 000	0,5—0,85	50 500	0,18—1,0	49 000	0,19—1,0
	СК-КПЧ	145	6—11	185	0,4—11	185	5,5—11

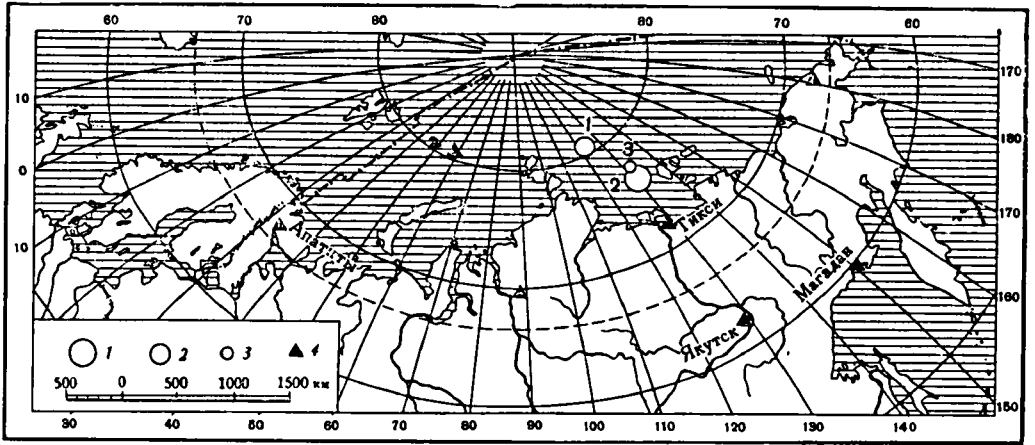
* Временный наблюдательный пункт. ** 60° SE. *** 60° SW.

Расположение станций обеспечивает примерно одинаковую (слабую) освещенность всех районов зоны. Более чем одной станцией записываются лишь землетрясения с $M \geq 4$ ($K = 12$). Такие землетрясения регистрируются, кроме арктических, и другими сейсмическими станциями СССР. Их параметры определяются в отделе сейсмических наблюдений Института физики Земли АН СССР, по данным сети опорных станций, на ЭВМ, по программе, основанной на временах прихода продольной волны.

Для вычисления энергетического класса K по значению магнитуды M_{LH} использована формула $K = 5,2 + 1,6 M$ [1]. Макросейсмические данные отсутствуют, так как землетрясения происходили либо в Арктическом океаническом бассейне, либо в его окраинных морях.

Разбиение зоны на районы не производилось, поскольку территория ее огромна, сейсмическая изученность недостаточна, сейсмическая активность невелика (суммарная энергия, выделившаяся за 1969 г., около 10^{21} эрг).

В Советском секторе Арктики в 1969 г. произошло три землетрясения с $M > 4$. Одно из них расположено в районе желоба Садко, два — в море Лаптевых, т. е. все три укладываются в отмеченную предыдущими на-



Карта эпицентров землетрясений Арктики за 1969 г. с $M \geq 4$
 1 — $M = 5,8$; 2 — $M = 4,6$; 3 — $M = 4,1$; 4 — сейсмические станции

блюдениями [1—4] полосу эпицентров, протягивающуюся от хребтов Верхоянского и Черского через море Лаптевых, Арктический океанический бассейн к Гренландскому морю и далее, видимо, соединяющуюся с полосой эпицентров Среднеокеанического атлантического хребта (рисунок).

Кроме этих трех землетрясений с $M > 4$, арктическими станциями регистрировались слабые, близкие землетрясения. Поскольку записывались они лишь одной станцией, для них возможно было определить только гипоцентральное расстояние (использовался годограф Е. А. Розовой [5]) и энергетический класс K (применялась номограмма Т. Г. Раутиан [6]). В табл. 2 дана сводка близких землетрясений, отмеченных на о-ве Хейса, в Тикси и Иультине.

Таблица 2

Сводка близких землетрясений

Станция	Число землетрясений с $\Delta < 100$ км	Число землетрясений с $\Delta < 200$ км	Распределение землетрясений по энергетическим классам (K)				
			6	7	8	9	10
Тикси	47	18	45	12	4	3	1
Иульгин	4	9	5	3	1	3	1
Хейс	1	4					

ЛИТЕРАТУРА

1. Землетрясения СССР. М., Изд-во АН СССР, 1961.
2. Атлас землетрясений в СССР. М., Изд-во АН СССР, 1962.
3. Н. А. Линден. О карте сейсмичности Арктики.— В сб. «Сейсмические и гляциологические исследования в период МГГ», № 2. М., Изд-во АН СССР, 1959.
4. А. П. Лазарева. Землетрясения Арктики в 1965 г.— В сб. «Землетрясения в СССР в 1965 г.». М., «Наука», 1967.
5. Сейсмологические таблицы. М., 1962.
6. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. М., 1966.

Каталог землетрясений Арктики с $K \geq 12$ за 1969 г.

№ п.п.	Число	Момент воз- никновения, ч. м. с.	Координаты эпицентра		M	K
			φ° N	λ° E		
Январь						
1	27	06 37 55	80,6	122,3	4,6	12,5
Апрель						
2	07	20 26 30	76,5	130,8	5,8	14,5
Август						
3*	22	19 40 56	76,9	130,8	4,1	12

* Момент возникновения и координаты эпицентра — по USCGS,
магнитуда — по данным сейсмической станции Пультин.