

## СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ

Е.И. Алёшина, Л.В. Гунбина, Р.С. Комарова, Б.М. Седов

Магаданский филиал ГС РАН, г. Магадан, *evgeniya@memsd.ru*

Сейсмический мониторинг территории Магаданской области, Чукотского автономного округа (ЧАО) и шельфов прилегающих морей в 2003 г. осуществлялся пятнадцатью станциями, в том числе двумя временными. В 2003 г. открыты три новых станции: «Синегорье», «Кубака» в Магаданской области и «Нешкан» – в ЧАО. Кроме того, для изучения сейсмической обстановки в районе пос. Нешкан были установлены две временные станции – «Нешкан-1» и «Нешкан-2». В январе на Чукотке вновь открылась станция «Анадырь», законсервированная в мае 2002 г., однако 7 сентября она прекратила работу по техническим причинам. Цифровая станция «Артык», расположенная на территории Республики Саха (Якутия), в декабре 2002 г. передана Якутскому филиалу СО РАН. Фотогальванометрическая регистрация осталась на станциях «Стекольный» и «Омсукчан». В пос. Омсукчан параллельно работает цифровая аппаратура. Местоположение станций представлено на рис. 1. Сведения о типах и параметрах регистрирующей аппаратуры приведены в табл. 1 и 2.

**Таблица 1.** Сейсмические станции МФ ГС РАН (в хронологии их открытия), действовавшие в 2003 г., и параметры аппаратуры с аналоговой записью

№	Станция		Дата		Координаты			Аппаратура				
	Название	Код	открытия	закрытия	$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, м$	Тип прибора	КомпONENTА	$V_{max}$	$\Delta T_{max}, с$	
1	Омсукчан	OMS	01.12.1967		62.515	155.774	527	CM-3	N, E, Z	12800	0.3–1.1*	
			04.07.2001									PAR-24B – цифровая станция
2	Сеймчан	SEY	03.04.1969		62.933	152.382	218	STS-1	PAR-24B – цифровая станция			
			19.09.1999									
3	Сусуман	SUUS	01.08.1969		62.781	148.149	640	CM-3				
			01.06.1999									62.779
			17.08.1999				PAR-24B – цифровая станция					
4	Стекольный	MA1	26.03.1971		60.046	150.730	221	CM-3	N, E, Z	15500	0.3–1.2*	
5	Анадырь	ANDR	10.11.1981	26.04.1989	64.734	177.496	20	CM-3				
			26.04.1989	00.04.1993	64.734	177.496	55					
			00.09.1996	00.05.2002								
			24.01.2003	07.09.2003					PAR-24B – цифровая станция			
6	Талая	TLAR	20.11.1989		61.129	152.392	730	CM-3				
			29.07.1999									
			22.09.2000		61.30	152.398						
7	Магадан	MA2	22.10.1993	17.07.1995	59.575	150.768	339	STS-1	IRIS – цифровая станция			
			31.10.1995				GS-13					
8	Билибино	BILL	01.08.1995		68.039	166.271	299	STS-1 GS-13	IRIS – цифровая станция			
9	Омчак	OCHR	01.10.1999		61.665	147.867	820	CM-3	PAR-24B – цифровая станция			
10	Охотск	OHTR	06.07.2000		59.369	143.331	40	CMG-40T	PAR-24B – цифровая станция			
11	Кубака	GOLD	14.01.2003		63.678	159.957	726	CMG-40T	PAR-24B – цифровая станция			
12	Синегорье	SNG	26.04.2003		62.08	150.521	300	CM-3	PAR-24B – цифровая станция			
13	Нешкан	NSH	11.09.2003		67.036	–172.960	0.8	CM-3	PAR-24B – цифровая станция			
14	Нешкан-1	NSH1	11.09.2003	21.09.2003	66.826	–173.328	0.8	CM-3	PAR-24B – цифровая станция			
15	Нешкан-2	NSH2	12.09.2003	01.10.2003	67.107	–173.635	0.8	CM-3	PAR-24B – цифровая станция			

Примечание. Знаком \* отмечены параметры аппаратуры с фотогальванометрической регистрацией.

Таблица 2. Сведения об аппаратуре цифровых станций

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота дискретизации, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отсчет/м/с, акселерограф – отсчет/м/с <sup>2</sup>
Омсукчан	PAR-24B – CM-3	SH(N, E, Z)v	0.2–10	50	24	$2.80 \cdot 10^8$
Сеймчан	PAR-24B – STS-1	BH(N, E, Z)v	0.1–100	50	24	$9.73 \cdot 10^{10}$
Сусуман	PAR-24B – CM-3	SH(N, E, Z)v	0.2–10	50	24	$2.80 \cdot 10^8$
Анадырь	PAR-24B – CM-3	SH(N, E, Z)v	0.2–10	50	24	$2.80 \cdot 10^8$
Талая	PAR-24B – CM-3	SH(N, E, Z)v	0.2–10	50	24	$2.80 \cdot 10^8$
Магадан	IRIS – STS-1	BH(N, E, Z)v	0.0028–3.0	20	24	$9.89 \cdot 10^{10}$
		LH(N, E, Z)v	0.0028–0.25	1	24	$2.47 \cdot 10^{10}$
		VH(N, E, Z)v	0.0028–0.02	0.1	24	$6.18 \cdot 10^{11}$
		VM(N, E, Z)a	0–0.0028	0.01	24	$8.14 \cdot 10^{11}$
	IRIS – GS-13	EH(N, E, Z)v	0.05–20.0	80	24	$7.76 \cdot 10^{12}$
		SH(N, E, Z)v	0.05–20.0	40	24	$7.76 \cdot 10^{12}$
Билибино	IRIS – STS-1	BH(N, E, Z)v	0.0028–3.0	20	24	$9.89 \cdot 10^{10}$
		LH(N, E, Z)v	0.0028–0.25	1	24	$2.47 \cdot 10^{10}$
		VH(N, E, Z)v	0.0028–0.02	0.1	24	$6.18 \cdot 10^{11}$
		VM(N, E, Z)a	0–0.0028	0.01	24	$8.14 \cdot 10^{11}$
	IRIS – GS-13	EH(N, E, Z)v	0.05–20.0	80	24	$7.76 \cdot 10^{12}$
		SH(N, Z, E)v	0.05–20.0	40	24	$7.76 \cdot 10^{12}$
Омчак	PAR-24B – CM-3	SH(N, Z, E)v	0.2–10	50	24	$2.80 \cdot 10^8$
Охотск	PAR-24B – CMG-40T	SH(N, E, Z)v	0.06–100	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Кубака	PAR-24B – CMG-40T	SH(N, E, Z)v	0.06–100	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Синегорье	PAR-24B – CM-3	SH(N, E, Z)v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Нешкан	PAR-24B – CM-3	SH(N, E, Z)v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Нешкан-1	PAR-24B – CM-3	SH(Z)v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Нешкан-2	PAR-24B – CM-3	SH(Z)v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$

Примечание. Символами v и a обозначены велосиграф и акселерограф соответственно.

Карта энергетической представительности землетрясений  $K_{\min}$  по наблюдениям данной сети показана на рис. 1.

Минимальный уровень энергии представительных землетрясений соответствует  $K_{\min}=6$ . Землетрясения с  $K_p=6, 7, 8, 9, 10$  регистрировались без пропусков на участках, контуры которых изображены на рис. 1. Как видно, благодаря открытию новых станций «Синегорье» и «Кубака» площади уверенной регистрации сейсмических событий всех энергетических классов увеличились, по сравнению с таковыми в 2002 г. [1]. Так, площадь в пределах изолинии  $K_{\min}=6$  возросла в три раза, площади, околнуренные изолиниями с  $K_{\min}=7, 8$  и  $9$  увеличились в среднем на 30%, площадь зоны с  $K_{\min}=10$  – на 16%. На территории Чукотского автономного округа тремя станциями («Билибино», «Анадырь» и «Нешкан») в районах № 3–6 могут регистрироваться землетрясения с  $K_p \geq 9$ .

В каталог [2] землетрясений Северо-Востока России и приграничных районов включены 217 событий с  $K_p=5.6–11.9$ . Очаги всех землетрясений (рис. 2) расположены в пределах земной коры на глубинах до 33 км.

Параметры землетрясений рассчитывались с помощью программы NYP2DT (версия 7.1), предоставленной профессором Мичиганского университета США К. Дж. Мяки.

Распределение землетрясений по энергетическим классам и выделенная ими суммарная сейсмическая энергия по районам представлены в табл. 3. Суммарная сейсмическая энергия составила в 2003 г.  $\Sigma E=29.8 \cdot 10^{11}$  Дж, что меньше таковой в 2002 г., хотя число событий в два раза больше ( $N_{\Sigma}=217$  вместо 115) [1].

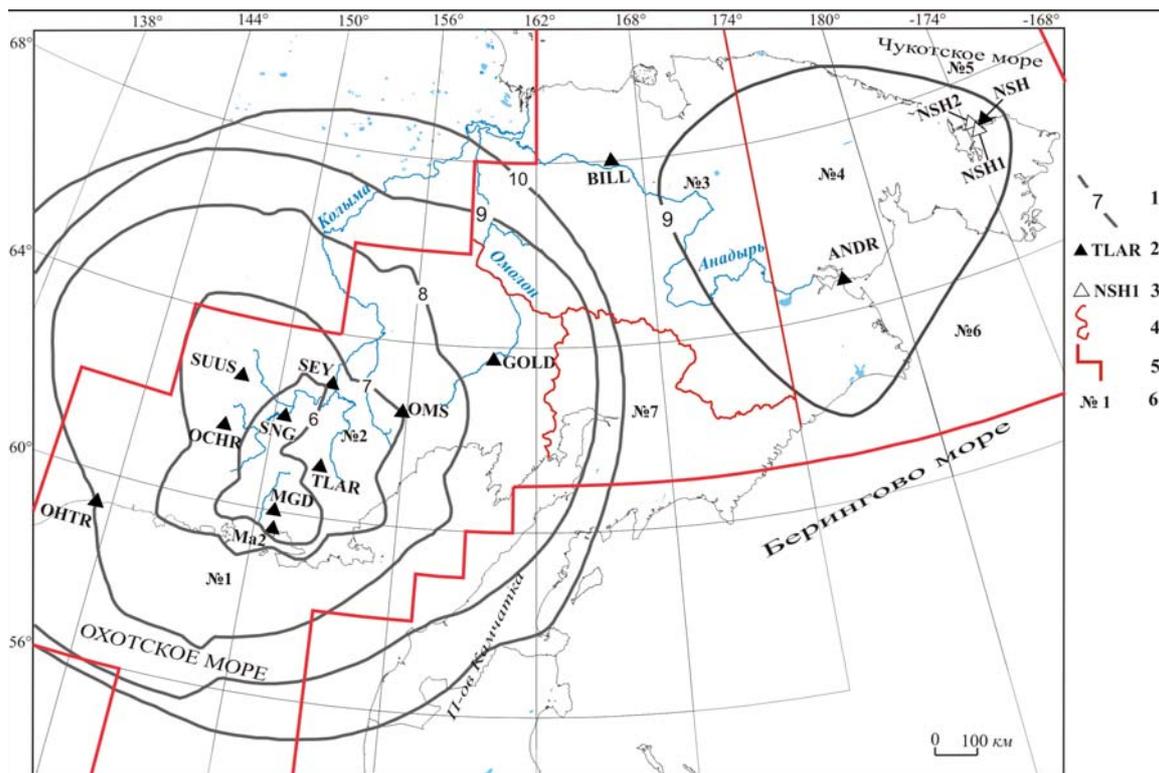


Рис. 1. Карта энергетической представительности  $K_{\min}$  землетрясений Северо-Востока России по данным наблюдений за 2003 г.

1 – изолиния  $K_{\min}$ ; 2, 3 – сейсмическая станция, постоянная и временная соответственно; 4 – граница района; 5 – граница региона; 6 – номер района.

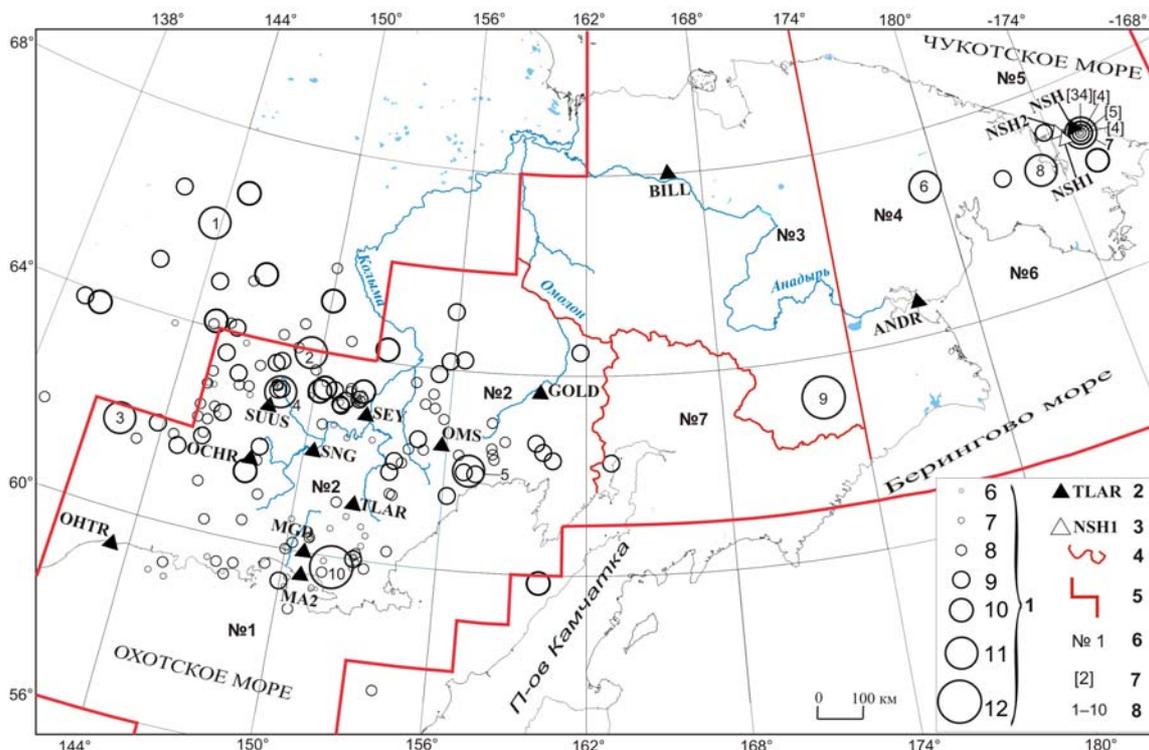


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северо-Востока России за 2003 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2, 3 – сейсмическая станция, постоянная и временная соответственно; 4 – граница района; 5 – граница региона; 6 – номер района; 7 – число эпицентров землетрясений одного класса  $K_p$  с одинаковыми координатами; 8 – номер сильного ( $K_p \geq 10.6$ ) землетрясения, указанного в графе 1 каталога [2].

**Таблица 3.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам и приграничным территориям

№	Район	$K_p$							$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ $10^{11} \text{ Дж}$
		6	7	8	9	10	11	12		
1	Охотское море	2	5	3	1				11	0.014
2	Кольма	3	33	52	31	5	4	1	129	14.865
3	Западная Чукотка							1	1	10.000
4	Восточная Чукотка	25	4	4	4	2	3		42	3.255
5	Чукотское море	9		1	1				11	0.011
6	Берингово море									
7	Корякия				1				1	0.010
	Приграничная территория:									
	Якутия		1	8	5	5	1		20	1.558
	Камчатка			1		1			2	0.101
	Всего	39	43	69	43	13	8	2	217	29.814

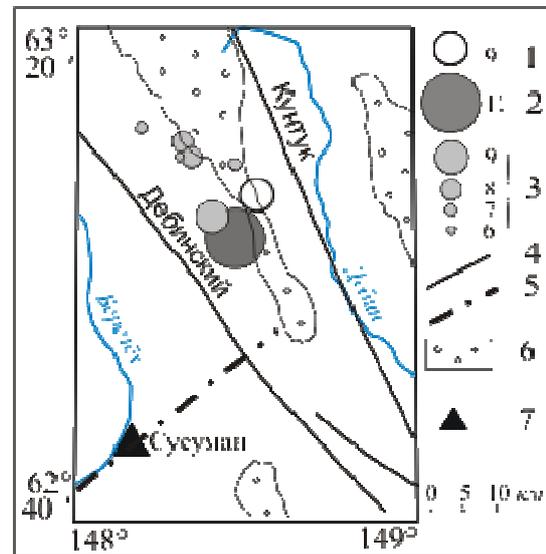
Эпицентры землетрясений в 2003 г. неравномерно распределены по территории региона (рис. 2). Рассмотрим сейсмичность в каждом из районов Северо-Востока.

Район **Охотское море (№ 1)** характеризовался слабой сейсмичностью. Здесь локализовано 11 землетрясений с  $K_p=5.6-8.6$ , что составляет всего 5% от их общего числа, а доля выделившейся сейсмической энергии менее 0.05% ( $\Sigma E=1.4 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$ ). Область эпицентров вытянута в субширотном направлении вдоль побережья Охотского моря и ограничена координатами  $\lambda=145^{\circ}-151.5^{\circ}E$ .

В районе **Колымы (№ 2)** зарегистрировано наибольшее число землетрясений – 129, что составляет 59% от общей суммы. Выделенная ими суммарная сейсмическая энергия за год составила  $\Sigma E=14.86 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$  (около 50%).

В этом районе 14 мая в 04<sup>h</sup>49<sup>m</sup> произошло достаточно сильное ( $K_p=11.1$ ) землетрясение (4 на рис. 2). Оно предварялось одним форшоком с  $K_p=9.3$  и сопровождалось серией афтершоков с  $K_p=6.2-8.6$  (табл. 4, рис. 3). Землетрясение, его форшок и афтершоки располагаются в районе Иньяли-Дебинского синклиория, в пределах Морджотской тектоно-магматической зоны на юго-западном окончании гранитоидного массива, между двумя разломами северо-западного простирания – Дебинским и Кунтук [3]. Это землетрясение ощущалось в г. Сусуман ( $\Delta=38 \text{ км}$ ) с интенсивностью  $I=4$  балла. В сообщениях респондентов отмечено, что дрожали полы, стены, скрипела мебель, дребезжала посуда, стекла окон, сдвигались с места и падали неустойчивые предметы. Многие жители отмечали нарастающий подземный гул, некоторые в испуге покидали помещения. Здания города от землетрясения не пострадали. За Бурхалинским перевалом (на расстоянии 33 км к юго-востоку от эпицентра) в движущемся по дороге автомобиле был слышен глухой подземный гул. Водитель ощутил, что из-под машины вдруг «ушла земля».

Ощутимым также было в этом районе землетрясение (10) с  $K_p=11.9$ , произошедшее 28 декабря в 16<sup>h</sup>07<sup>m</sup>. Это самое сильное землетрясение 2003 г. на Северо-Востоке России. Его эпицентр располагался на побережье Охотского мо-



**Рис. 3.** Карта эпицентров землетрясения 14 мая в 04<sup>h</sup>49<sup>m</sup> с  $K_p=11.1$ , его форшока и афтершоков

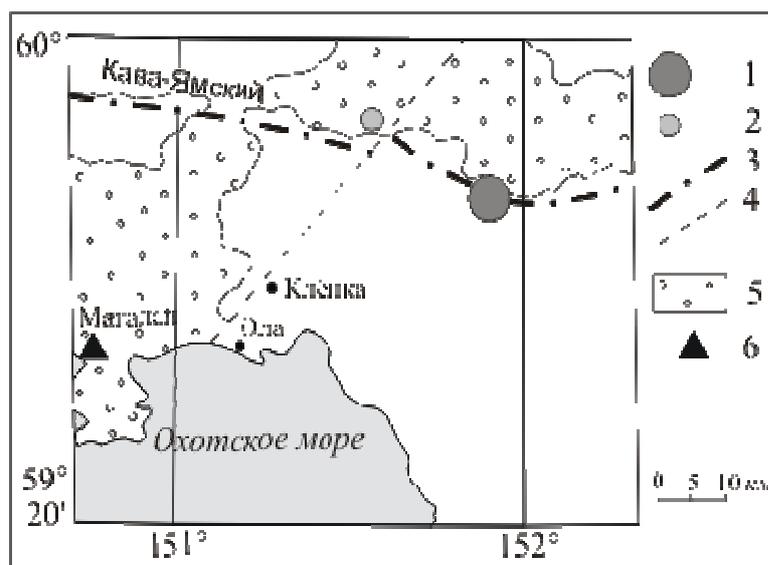
1–3 – эпицентры форшока, основного толчка и афтершоков соответственно; 4 – разлом; 5 – скрытый разлом фундамента; 6 – гранитоидный массив; 7 – сейсмическая станция.

ря, вблизи юго-восточного края Челомджа-Ямского тектоно-магматического поднятия и приурочен к крупному Кава-Ямскому разлому субширотного простирания [3]. Он скрыт кайнозойскими отложениями Ольской впадины (рис. 4). Зарегистрирован всего один афтершок с  $K_p=7.0$ , локализованный на этом же разломе. Жители Магадана ( $\Delta=65$  км) и близлежащих поселков Клёпка, Ола и Радист с  $\Delta=29, 57$  и  $60$  км соответственно ощущали это землетрясение с интенсивностью 4 балла. Многие жители этих пунктов проснулись от сильного толчка, некоторые слышали подземный гул, дрожала мебель, дребезжали посуда, стекла окон, открывались дверцы шкафов, сдвигались с места легкие предметы, беспокойно вели себя домашние животные (кошки, собаки, попугай).

**Таблица 4.** Параметры форшока, основного толчка и афтершоков землетрясения 14 мая в  $04^{\text{h}}49^{\text{m}}$  с  $K_p=11.1$

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		
Форшок						
1	29.03	00 39 52.2	63.11	148.53	3	9.3
Основной толчок						
	<b>14.05</b>	<b>04 49 58.8</b>	<b>63.05</b>	<b>148.47</b>	<b>14</b>	<b>11.1</b>
Афтершоки						
1	14.05	04 55 39.0	63.18	148.31	1	8.2

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$
			$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		
2	14.05	06 10 46.6	63.16	148.31	7	6.2
3	14.05	10 03 50.6	63.15	148.47		6.6
4	16.05	12 03 58.5	63.08	148.40	23	8.6
5	31.05	16 17 22.9	63.16	148.34	4	8.4
6	11.10	06 29 47.7	63.20	148.19	3	7.2



**Рис. 4.** Карта эпицентров землетрясения 28 декабря в  $16^{\text{h}}07^{\text{m}}$  с  $K_p=11.9$  и его афтершока

1 – эпицентры основного толчка; 2 – эпицентр афтершока; 3 – глубоный разлом, скрытый под кайнозойскими образованиями; 4 – разлом, скрытый кайнозойскими образованиями; 5 – гранитоидный массив; 6 – сейсмическая станция.

Северо-западнее пос. Сеймчан, где 19.02.2002 г. в  $16^{\text{h}}14^{\text{m}}$  и в  $16^{\text{h}}29^{\text{m}}$  произошли два ощутимых землетрясения с  $K_p=10.9$  и  $11.3$  [1], в 2003 г. наблюдалась повышенная сейсмичность. Область концентрации эпицентров ( $N=20$ ,  $K_p=6.5-10.6$ ) вытянута в северо-восточном направлении, протяженность составляет около 150 км.

На **Западной Чукотке (№ 3)** зарегистрировано одно землетрясение (9) с  $K_p=11.8$ , произошедшее 3 ноября в  $09^{\text{h}}33^{\text{m}}$ . Его эпицентр располагался вдали от населенных пунктов. Видимо, поэтому сведений об его макросейсмических проявлениях не поступало.

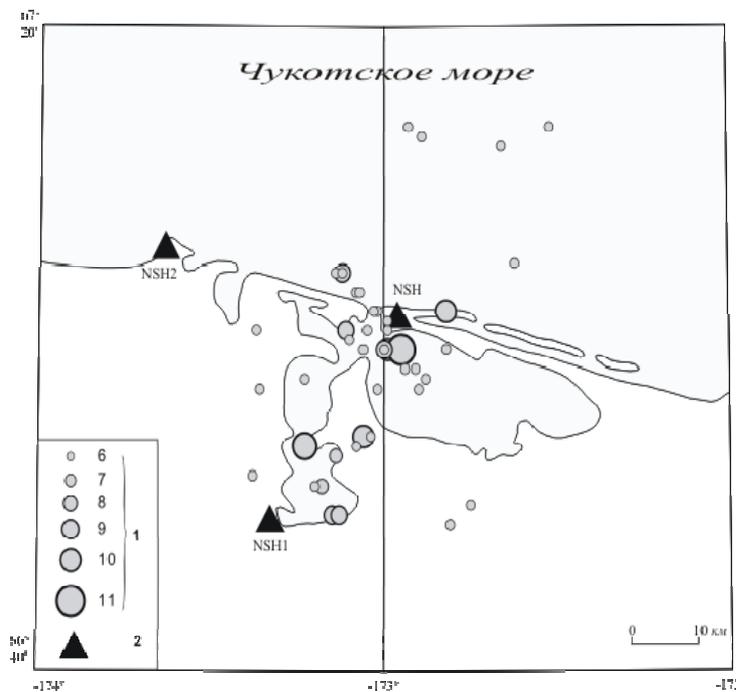
В районах **Восточной Чукотки (№ 4)** и **Чукотского моря (№ 5)** в 2003 г. зарегистрировано более 900 событий, из которых локализованы только 53 с  $K_p \geq 5.6-10.7$ . Основная их часть располагается вблизи пос. Нешкан. Наиболее ощутимыми (до 4 баллов) были землетрясения, произошедшие 13 октября в  $13^{\text{h}}08^{\text{m}}$  с  $K_p=9.1$  и в  $15^{\text{h}}49^{\text{m}}$  с  $K_p=10.7$  в 4 км от поселка. Его жители ощущали сильные толчки, землетрясениям предшествовал гул. Ранее в этом районе регистрировались более сильные события (табл. 5).

**Таблица 5.** Параметры сильных землетрясений, зарегистрированных в районе пос. Нешкан за период 1928–2002 гг.

Дата, д м г	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		Магнитуда	$K_p$	Источник
		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$			
21.02.1928	19 49 02	66.5	-173.0	6.9		[4]
24.02.1928	14 10 29	67.2	-173.4	6.3		[4]
26.02.1928	01 19 12	66.7	-172.5	6.4		[4]
01.05.1928	18 54 42	66.8	-172.0	6.2		[4]
04.03.1962	11 40 25	67.5	-172.9	5.0		[4]
05.10.1971	01 40 42	67.4	-172.8	5.0	14.0	[4]
24.10.1996	19 31 56	67.13	-172.84	6.5	15.1	[5, 6]
24.03.1997	06 56 14	67.07	-173.31	5.1	12.7	[7, 8]
09.12.2002	03 35 22.4	67.05	-173.05	4.4	12.3	[9]
24.12.2002	06 11 13.9	67.05	-173.13	3.2	10.9	[9]
27.12.2002	17 54 55.0	67.11	-172.89	4.3	11.3	[9]

После землетрясения с  $K_p=12.3$ , произошедшего 09.12.2002 г. [9], местные жители ощущали сотрясения и слышали подземный гул почти ежедневно в течение многих последующих месяцев 2003 г. К сожалению, основное число макросейсмических данных остались инструментально не подтвержденными, поскольку сейсмическая сеть Чукотки, включавшая станции «Билибино» и «Анадырь», не регистрировала землетрясения района пос. Нешкан при энергетическом классе  $K_p \leq 8.5$  для первой и  $K_p \leq 9.0$  для второй станции. Их расстояние до рассматриваемого района составляет 500 и 875 км соответственно. Станции Магаданской области удалены от Нешкана на расстояния 1500–2000 км и регистрируют землетрясения этого района лишь при  $K_p \geq 11.0$ . В результате локализованы немногие события.

Для изучения сейсмичности и оценки сейсмической опасности пос. Нешкан был организован полевой отряд из научных сотрудников СВКНИИ ДВО РАН, МФ ГС РАН, отделения геологии Мичиганского университета (Ист-Лансинг, США) и управления ГО и ЧС ЧАО, которым в сентябре 2003 г. в окрестностях поселка были установлены три сейсмических станции (рис. 5). Результаты исследований и наблюдений описаны в [10–12].



**Рис. 5.** Карта эпицентров землетрясений с  $K_p \geq 5.6$  в районе пос. Нешкан в 2003 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – сейсмическая станция.

Координаты станций, их аппаратное обеспечение, сроки работы указаны в табл. 1, 2. Сеть станций действовала 18 суток. К сожалению, станция «Нешкан-1» вскоре прекратила свою работу из-за выхода из строя оборудования. За этот период было зарегистрировано более 150 землетрясений. Больше всех событий было записано станцией «Нешкан». Для локализации землетрясений использовался следующий метод. Координаты эпицентра определялись по данным одной станции в программе «Dimas»: эпицентральные расстояния рассчитывались по разнице времен ( $t_p - t_s$ ) вступлений  $Pg$  и  $Sg$ -волн, азимут вычислялся по полярности первых вступлений. Всегда использовались данные станции «Нешкан», поскольку это была единственная трехкомпонентная станция. Для самых близких событий разница прихода времен  $Pg$ - и  $Sg$ -волн составляет 0.6 с (рис. 6).

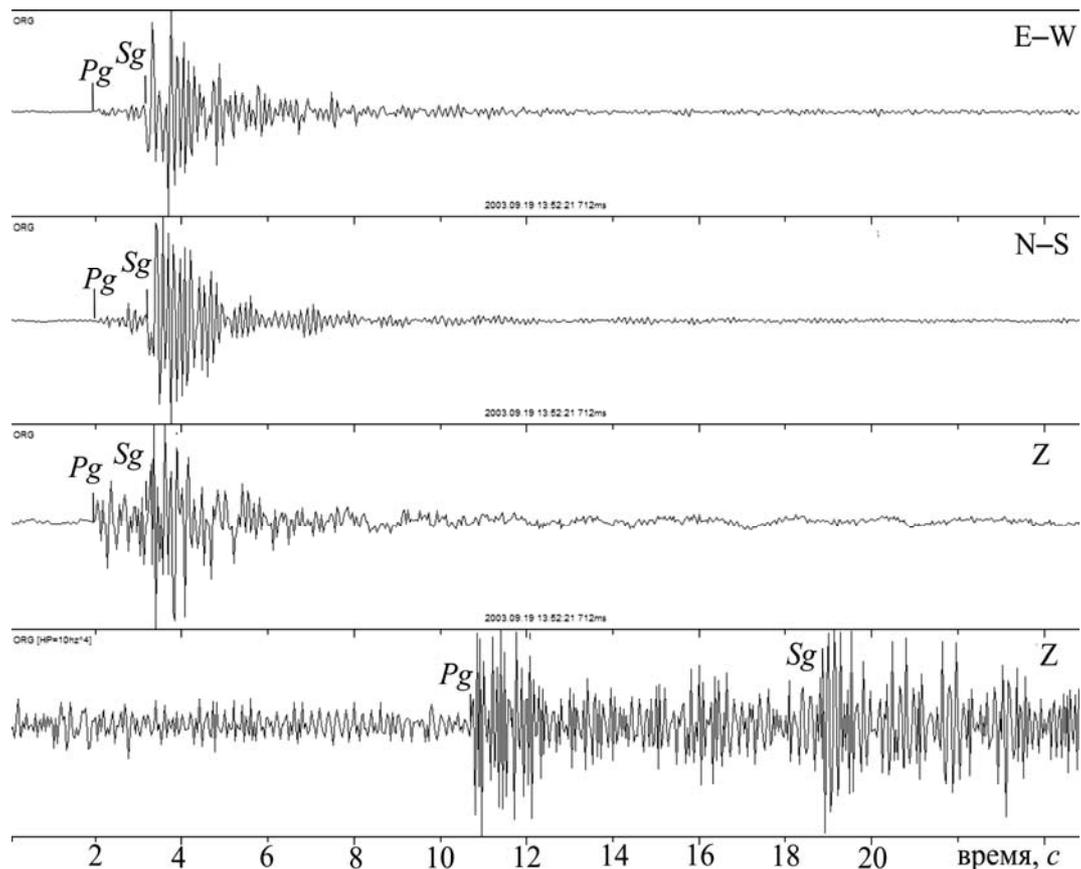


Рис. 6. Запись землетрясения, расположенного вблизи пос. Нешкан, на одноименной станции, с разницей прихода волн ( $t_p - t_s$ ) = 0.6 с

На нижней сейсмограмме представлена запись вертикальной составляющей станции «Нешкан-2» события с  $\Delta = 62$  км.

Если предположить, что гипоцентр этого землетрясения находился непосредственно под станцией «Нешкан», то его очаг (при  $t_p - t_s = 0.6$  с) должен располагаться на глубине 5–7 км. Для других землетрясений, используя координаты, полученные в программе «Dimas», по времени вступлений  $P_g$ - и  $S_g$ -волн станций «Нешкан» и «Нешкан-2», и ограничивая глубину очага до 5 км, рассчитывали по программе «НУР2DT» более точные координаты гипоцентра. После закрытия станции «Нешкан-2» координаты событий определялись либо только по данным одной станции «Нешкан», либо, если  $K_p \geq 8.5$ , использовались сейсмограммы станции «Билибино».

Распределение эпицентров землетрясений по площади в районе пос. Нешкан представлено на рис. 5. Большая ось области, включающей 48 эпицентров, вытянута в северо–северо-восточном направлении. Ее протяженность около 55–60 км. Эта линейная область землетрясений представляет собой ранее неизвестную зону активного разлома, который проходит в непосредственной близости от поселка. Разлом был назван Лоловеевским по ближайшей реке [10]. Было также проведено сейсмогеологическое исследование территории и обследовано состояние зданий и сооружений пос. Нешкан [10, 11, 13]. Небольшой водоем, расположенный приблизительно в 1 км к западу от поселка, впервые на памяти местных жителей высох весной 2003 г. Это подтверждает, что здесь произошли близповерхностные деформации, связанные с происходящими землетрясениями [10].

В Беренговом море (№ 6) землетрясений не зарегистрировано. В районе Корякии (№ 7) 6 июня в 19<sup>h</sup>30<sup>m</sup> записано одно событие с  $K_p = 9.3$  [2].

#### Л и т е р а т у р а

1. Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Лещук Н.М., Седов Б.М. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии, 2002 г. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 226–231.

2. Алёшина Е.И., Комарова Р.С. (отв. сост.), Гунбина Л.В., Седов Б.М. Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2003 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
3. Кузнецов В.М. Схема тектонического районирования Колымо-Охотского водораздела, масштаб 1: 1 000 000. – ФГУП «Магадангеология», 2001 г.
4. Лазарева А.П. (отв. сост.). XI. Чукотка [1908–1974 гг.;  $M \geq 0$ ,  $I_0 \geq 3$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 448–454.
5. Гунбина Л.В., Лещук Н.М. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ГС РАН, 2002. – С. 144–147.
6. Гунбина Л.В., Лещук Н.М. (отв. сост.). Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – М.: ГС РАН, 2002. – С. 342–343.
7. Гунбина Л.В., Лещук Н.М., Седов Б.М. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 146–150.
8. Гунбина Л.В., Лещук Н.М. (отв. сост.). Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. (На CD).
9. Алёшина Е.И., Лещук Н.М. (отв. сост.), Гунбина Л.В., Седов Б.М. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии, 2002 г. – Обнинск: ГС РАН, 2008. (на CD).
10. Mackey K.G., Fujita K., Sedov B.M., Gounbina L.V., Leyshuk N. and Kurtkin S. A seismic aftershock deployment and analysis of seismicity of the Neshkan region, Chukotka, Russia // Michigan State University, Department of Geological Sciences, USA. – NERSP Report. – 2003. – N 10. – 85 p.
11. Седов Б.М., Курткин С.В., Мяки К.Д. Макросейсмические исследования Восточной Чукотки // Вестник Северного Международного университета. – 2005. – № 4. – С. 53–60.
12. Седов Б.М., Курткин С.В. Сейсмичность Нешканской зоны // Вестник Северного Международного университета. – 2005. – № 4. – С. 21–33.
13. Ганов А.П., Седов Б.М. Сейсмичность Восточной Чукотки в естественных геофизических полях // Вестник Северного Международного университета. – 2006. – № 6. – С. 26–32.