

СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ**Е.И. Алёшина, Л.В. Гунбина, Л.И. Карпенко, 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 2005 г. осуществлялся четырнадцатью станциями Магаданского филиала ГС РАН. В Магаданской области действовали восемь станций, в ЧАО – пять; в Хабаровском крае – одна. На станции «Омсукчан», для сравнения работы цифровой и аналоговой аппаратуры в течение года велась параллельная регистрация. С октября 2004 г. приостановлена работа станции «Синегорье». В апреле 2005 г. станция «Кубака» (GOLD) была закрыта в связи с завершением работы одноименного рудника, на территории которого она находилась. Сейсмическая станция «Охотск» не работала с 02.06.2005 г. по 05.10.2005 г. в связи с административным согласованием нового места ее установки. В октябре 2005 г. станция «Охотск» перенесена на новое место в связи с ликвидацией приемно-передающего центра «Орбита», на котором она была установлена. Ей присвоен новый международный код ОКНР. В декабре 2005 г. на территории ЧАО были открыты две новые сейсмические станции: «Лаврентия» и «Угольные копи», а также расконсервирована станция «Анадырь». Сейсмическая станция «Нешкан» в течение года работала в аварийном режиме – из трех составляющих (N, E, Z) действовала только (E), в связи с чем ее данные не обрабатывались.

Сведения о типах и параметрах регистрирующей аппаратуры приведены в табл. 1, 2. Местоположение станций представлено на рис. 1.

Таблица 1. Сейсмические станции Северо-Востока России (в хронологии их открытия), действовавшие в 2005 г., параметры аппаратуры с аналоговой записью и тип АЦП

№	Станция		Дата		Координаты			Аппаратура			
	Название	Код межд. рег.	открытия	закрытия	φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Композита	V_{max}	$\Delta T_{max}, с$
1	Омсукчан	OMS OMC	01.12.1967		62.515	155.774	527	CM-3	N, E, Z	12800	0.3–1.1
			04.07.2001					CM-3			
2	Сеймчан	SEY CMЧ	03.04.1969		62.933	152.382	218				
			19.09.1999					STS-1			
3	Сусуман	SUUS CMН	01.08.1969		62.781	148.149	640				
			01.06.1999					62.779			
			17.08.1999					CM-3	PAR-24B		
4	Стекольный	MGD CTK	26.03.1971		60.046	150.730	221				
			13.10.2004					CM-3			
5	Анадырь	ANDR АНД	10.11.1981	26.04.1989	64.783	177.583	20				
			26.04.1989	04.1993	64.735	177.496	70				
			09.1996	05.2002							
			24.01.2003	07.09.2003				CM-3			
6	Талая	TLAR ТЛЯ	20.11.1989		61.129	152.392	730				
			29.07.1999					CM-3			
			22.09.2000		61.130	152.398	730				
7	Магадан	MA2	22.10.1993	17.07.1995	59.575	150.768	339	STS-1			IRIS
			31.10.1995					GS-13			
8	Билибино	BILL	01.08.1995		68.039	166.271	299	STS-1 GS-13			IRIS

№	Станция			Дата		Координаты			Аппаратура			
	Название	Код		открытия	закрытия	φ°, N	λ°, E	$h_y, м$	Тип прибора	Композента	V_{max}	$\Delta T_{max}, с$
		межд.	рег.									
9	Омчак	OCHR	ОМЧ	01.10.1999		61.665	147.867	820	СМ-3		PAR-24В	
10	Охотск	ОНТР	ОХТ	06.07.2000	02.06.2005	59.359	143.331	40	СМГ-40Т		PAR-24В	
		ОКНР		05.10.2005		59.3605	143.248	8				
11	Кубака	GOLD		14.01.2003	17.04.2005	63.678	159.957	726	СМГ-40Т		PAR-24В	
12	Нешкан		NSH	11.09.2003		67.036	-172.960	0.8	СМ-3		PAR-24В	
13	Лаврентия	LAVR		15.12.2005		65.585	-171.012	18	СМ-3		PAR-24В	
14	Угольные копи		AN-2	26.12.2005		64.719	177.740	48	СМ-3		PAR-24В	

Примечание. Работа станции «Синегорье» временно приостановлена с 13.10.2004 г.

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровых станций МФ ГС РАН

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса-данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с), акселерограф – отсчет/(м/с ²)
Омсукчан	PAR-24В+СМ-3	SH (N, Z, E) v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Сеймчан	PAR-24В+STS-1	BH (N, Z, E) v	0.1–100	50	24	$9.73 \cdot 10^{10}$
Сусуман	PAR-24В+СМ-3	SH (N, Z, E) v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Стекольный	PAR-24В+СМ-3	SH (N, Z, E) v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Анадырь	PAR-24В+СМ-3	SH (N, Z, E) v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Талая	PAR-24В+СМ-3	SH (N, Z, E) v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Магадан	IRIS+STS-1	BH (N, Z, E) v	0.0028–3.0	20	24	$9.89 \cdot 10^{10}$
		LH (N, Z, E) v	0.0028–0.25	1	24	$2.47 \cdot 10^{10}$
		VH (N, Z, E) v	0.0028–0.02	0.1	24	$6.18 \cdot 10^{11}$
		VM (N, Z, E) a	0–0.0028	0.01	24	$8.14 \cdot 10^{11}$
	IRIS+GS-13	EH (N, Z, E) v	0.05–20.0	80	24	$7.76 \cdot 10^{12}$
		SH (N, Z, E) v	0.05–20.0	40	24	$7.76 \cdot 10^{12}$
Билибино	IRIS+STS-1	BH (N, Z, E) v	0.0028–3.0	20	24	$9.89 \cdot 10^{10}$
		LH (N, Z, E) v	0.0028–0.25	1	24	$2.47 \cdot 10^{10}$
		VH (N, Z, E) v	0.0028–0.02	0.1	24	$6.18 \cdot 10^{11}$
		VM (N, Z, E) a	0–0.0028	0.01	24	$8.14 \cdot 10^{11}$
	IRIS+GS-13	EH (N, Z, E) 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-24В+СМ-3	SH (N, Z, E) v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Охотск	PAR-24В+СМГ-40Т	SH (N, Z, E) v	0.06–100	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Кубака	PAR-24В+СМГ-40Т	SH (N, Z, E) v	0.06–100	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Нешкан	PAR-24В+СМ-3	SH (N, Z, E) v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Лаврентия	PAR-24В+СМ-3	SH (N, Z, E) v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$
Угольные копи	PAR-24В+СМ-3	SH (N, Z, E) v	0.2–10	50	24	$2.8 \cdot 10^8$

Примечание. Символами «v» и «a» обозначены велосигграф и акселерограф соответственно.

Карта энергетической представительности землетрясений K_{min} по наблюдениям данной сети дана на рис. 1. Как видим, минимальный уровень представительных землетрясений соответствует $K_{min}=7$ в области наибольшей плотности станций, в центре Колымы (район № 2). По сравнению с картой K_{min} в 2004 г. [1], площади регистрации сейсмических событий всех энергетических классов сократились в результате остановки станции «Синегорье» и закрытия станции «Кубака». Так, площадь уверенной регистрации землетрясений с $K_{min}=7$ уменьшилась на 40%, $K_{min}=8$ и $K_{min}=9$ – на 30%, $K_{min}=10$ – на 20%. Представительным классом для районов Колымы и Охотского моря является $K_{min}=8$. Построить изолинии K_{min} для территории ЧАО невозможно из-за малого числа сейсмических станций.

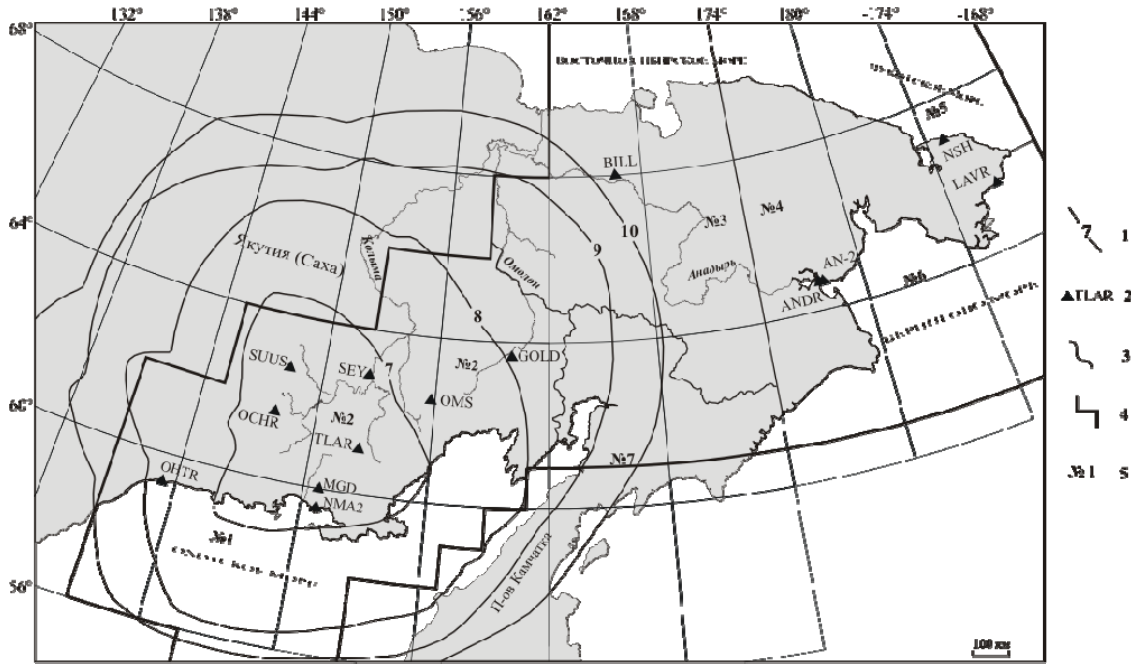


Рис. 1. Карта энергетической представительности K_{min} землетрясений Северо-Востока России по данным наблюдений за 2005 г.

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

В каталог [2] землетрясений Северо-Востока и приграничных районов за 2005 г. включены сведения о 115 землетрясениях с $K_p=6.6-12.2$ (из них 24 находятся за границами зоны ответственности сети МФ ГС РАН). Очаги всех землетрясений расположены в пределах земной коры на глубинах $h \leq 33$ км. Карта эпицентров рассматриваемых землетрясений представлена на рис. 2.

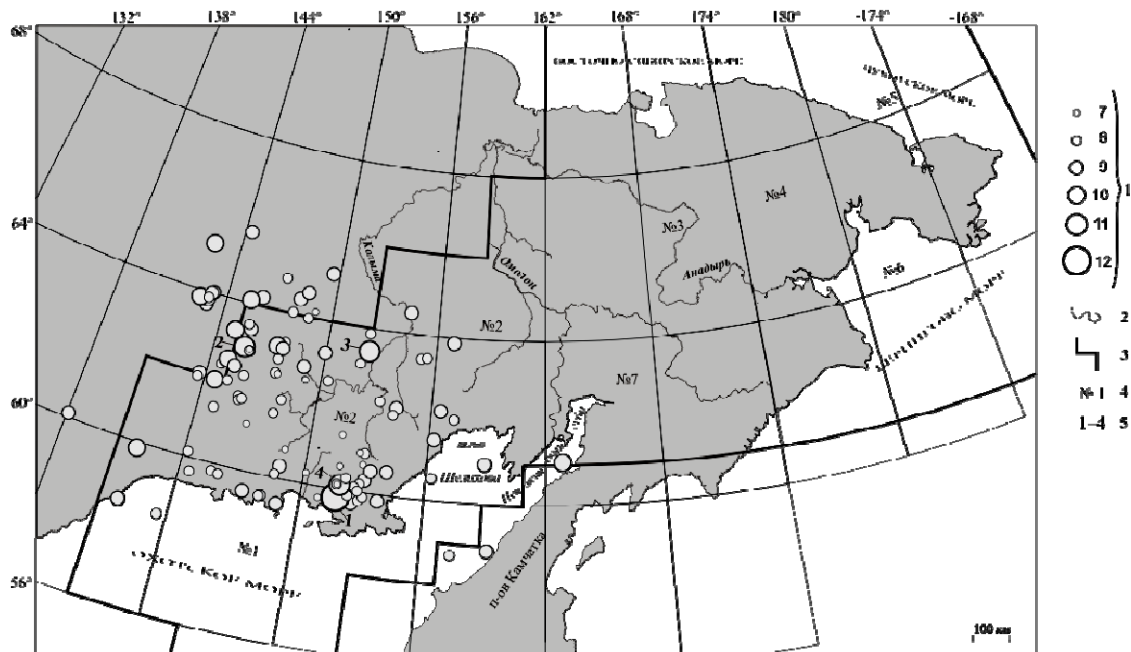


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северо-Востока России за 2005 г.

1 – энергетический класс K_p ; 2, 3 – граница района и региона соответственно; 4 – номер района; 5 – номер сильного ($K_p \geq 10.6$) землетрясения, указанного в графе 1 каталога [2].

Параметры землетрясений рассчитывались по программе НУР2ДТ (версия 7.1), составленной в отделе геологии и геофизики Университета штата Мичиган (США) (разработчик К.Дж. Мяки) с использованием времен пробега прямых и преломленных P - и S -волн.

Распределение землетрясений по энергетическим классам и выделенной суммарной сейсмической энергии по районам представлено в табл. 3.

Таблица 3. Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p и выделенной суммарной сейсмической энергии ΣE по районам в 2005 г.

№	Район	K_p						N_Σ	ΣE , 10^{11} Дж
		7	8	9	10	11	12		
1	Охотское море		2	2	1			5	0.14
2	Колыма	19	42	18	3	3	1	86	17.80
3	Западная Чукотка								
4	Восточная Чукотка								
5	Чукотское море								
6	Берингово море								
7	Корякия								
	Всего внутри региона	19	44	20	4	3	1	91	17.94
	Якутия	1	4	12	5			22	0.88
	Камчатка		1	1				2	0.02
	Всего вне региона	1	5	13	5			24	0.90
	Всего	20	49	33	9	3	1	115	18.84

Суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся внутри границ региона, в 2005 г. составила $\Sigma E=17.94 \cdot 10^{11}$ Дж, что в два раза больше таковой в 2004 г. ($\Sigma E=9.04 \cdot 10^{11}$ Дж) [1], хотя число событий в 3.6 раза меньше ($N_\Sigma=91$ вместо $N_\Sigma=330$), когда регистрировались землетрясения Нешканского роя [1]. Эпицентры землетрясений в 2005 г. распределены по территории региона довольно неравномерно (рис. 2). Рассмотрим сейсмичность Северо-Востока в 2005 г. в районах № 1 и № 2 (в районах №№ 3–7 землетрясения не зарегистрированы).

Район **Охотское море (№ 1)** в 2005 г. характеризовался слабой сейсмичностью. Здесь локализовано 5 землетрясений с $K_p=8.3-10.0$, что составляет 5% от их общего числа, а доля выделившейся сейсмической энергии менее 0.8% ($\Sigma E=0.14 \cdot 10^{11}$ Дж). Наиболее сильное ($K_p=10.0$) землетрясение произошло 17 декабря в 13^h35^m в районе Пенжинской губы.

В районе **Колымы (№ 2)** зарегистрировано наибольшее число землетрясений – 86, или 95% от общего числа событий в регионе. Выделенная ими суммарная сейсмическая энергия за год составила $\Sigma E=17.80 \cdot 10^{11}$ Дж (99%). Основная часть энергии высвобождена в очагах двух ощутимых событий (1, 4), произошедших 17 апреля в 05^h32^m с $K_p=12.2$ ($E=1.58 \cdot 10^{12}$ Дж) и 11 декабря в 15^h15^m с $K_p=10.6$ ($E=3.98 \cdot 10^{10}$ Дж) [2]. Эпицентры этих землетрясений приурочены к Ланково-Маяканской зоне кайнозойских наложенных впадин [4]. Это одна из наиболее активных зон Колымского района, где ранее неоднократно происходили землетрясения с $K_p \geq 10.5$ (табл. 4). Максимальное событие, зарегистрированное в этом районе 20.01.1944 г., имело $K_p=13.0$ [6].

Таблица 4. Параметры сильных землетрясений, зарегистрированных в Ланково-Маяканской зоне кайнозойских наложенных впадин за период 1944–2005 гг. по данным каталога МФ ГС РАН

№	Дата, д м год	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K_p	Источник
			φ° , N	λ° , E			
1	20.01.1944	01 00	60.00	152.00	20	13.0	[6]
2	19.09.1964	12 18 53	60.00	151.70	12	12.0	[6]
3	05.10.1964	02 13 25	59.90	151.30	12	12.0	[6]
4	21.08.1969	01 40 34	60.10	152.60	12	12.0	[6]
5	28.12.2003	16 07 33.2	59.78	151.90	4	11.9	[7]
6	17.04.2005	05 32 22.1	59.78	151.68	5	12.2	[2]
7	11.12.2005	15 15 07.9	60.10	151.82	1	10.6	[2]

Самое сильное ($K_p=12.2$) землетрясение (1) в 2005 г. ощущалось в населенных пунктах Магадан ($\Delta=55$ км), Сокол ($\Delta=55$ км), Стекольный ($\Delta=60$ км), Уптар ($\Delta=45$ км), Клёпка

($\Delta=18$ км), Ола ($\Delta=30$ км), Гадля ($\Delta=30$ км) с интенсивностью $I=4$ балла. По сообщениям жителей, дребезжала посуда, стекла окон, дрожала и сдвигалась с места мебель, раскачивались люстры. Его эпицентр приурочен к Раздельному разлому широтного направления, входящему в систему крупнейшего Челомджа-Ямского глубинного разлома [3, 4]. Очаг находится вблизи места пересечения Раздельного разлома с разломом северо-восточного простирания (рис. 3) [5].

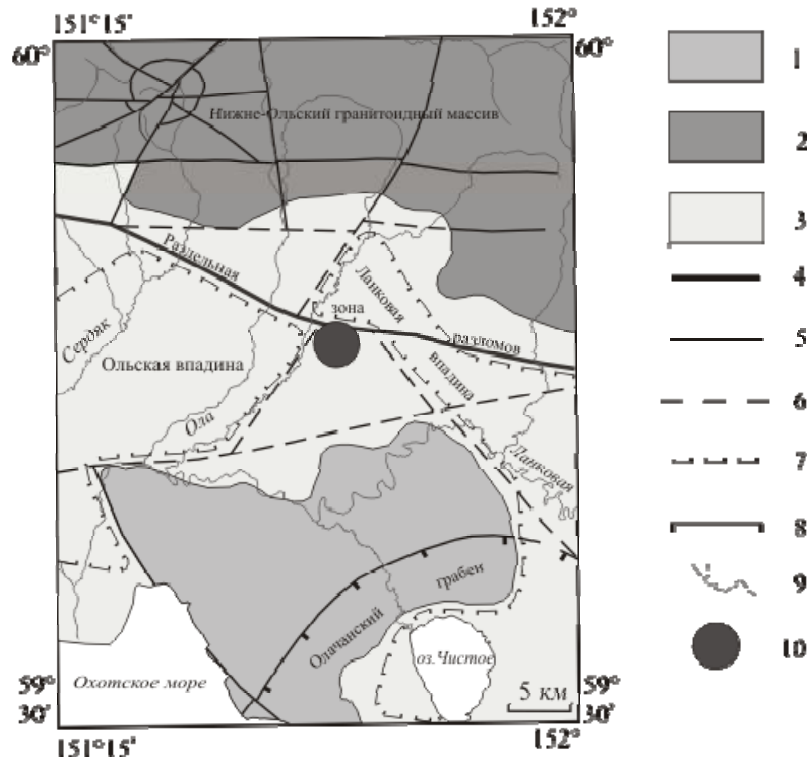


Рис. 3. Тектоническая схема эпицентральной зоны ощутимого землетрясения 17 апреля в 05^h32^m с $K_p=12.2$ [5, с упрощениями]

1 – вулканы Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП); 2 – гранитоиды; 3 – кайнозойские отложения; 4–6 – разрывные нарушения: 4 – зона разлома; 5 – разлом; 6 – разлом, скрытый вышележащими отложениями; 7 – граница неотектонических впадин; 8 – граница Олачанского грабена; 9 – река; 10 – инструментальный эпицентр.

Разлом северо-восточного простирания является правосторонним сдвигом, а субширотный – левосторонним. Субширотная зона является более поздней, поскольку по ней смещается разлом северо-западного простирания. Оба разлома по геологическим данным имеют субвертикальное падение, амплитуды вертикальных смещений не превышают нескольких десятков метров. Об этом свидетельствует и постоянство аномального поля силы тяжести в их зонах [4]. Но, располагающееся рядом северо-восточное обрамление Ольского рифта, заполненного неогеновыми рыхлыми угленосными отложениями, опущено по вертикальным сбросам на 500–700 м. Граница впадины выражается отрицательной гравитационной ступенью [4].

Второе ощутимое землетрясение с $K_p=10.6$ ощущалось с интенсивностью $I=2-3$ балла в таких населенных пунктах, как Магадан ($\Delta=70$ км), Палатка ($\Delta=50$ км), Карамкен ($\Delta=50$ км) [2]. Землетрясение произошло в 2 часа ночи по местному времени. Спящие проснулись от толчка, дребезжания стекол, собаки пытались вырваться из дома, попугаи кричали, металась в клетках. Эпицентр этого землетрясения локализован вблизи пересечения глубинного Ольского разлома северо-западного простирания с разломом северо-восточного направления (рис. 4) [5]. Разломы ортогональны друг другу в точке их пересечения. Ольский глубинный разлом, протяженность которого составляет несколько сотен километров, относится к системе долгоживущих, заложившихся, вероятно, в середине мезозоя [4]. Более молодые, пересекающие его разломы северо-восточного простирания, являясь левосторонними сдвигами, смещают Ольский разлом по горизонтали на расстояние до 2 км. По геологическим данным разломы имеют субвертикальное падение, амплитуда вертикальных смещений по разломам вблизи эпицентра землетрясения составляет 200–300 м [4].

