

ТУМРОКСКОЕ-I ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 16 июня 2003 г. с $M_w=6.9$, $I_0=6$ и**ТУМРОКСКОЕ-II ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 10 июня 2004 г. с $M_w=6.8$, $I_0=5-6$ (Камчатка)****В.И. Левина, С.В. Митюшкина, А.Ю. Чеброва, Е.И. Иванова**Камчатский филиал ГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский, e-mail: chebr@emsd.iks.ru

В июне 2003 и 2004 гг. на территории Камчатки внутри Тихоокеанской плиты произошло два сильных глубоких землетрясения. По данным различных источников они имели сходные основные параметры (табл. 1, 2), поэтому рассматриваются в одной работе.

Таблица 1. Основные параметры Тумрокского-I землетрясения 16 июня 2003 г. с $M_w=6.9$ по данным КФ ГС РАН в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
КФ ГС РАН	22 08 01.8	1.3	55.30	0.04	160.34	0.04	190	2	$M_c=6.6/1$, $K_s=14.7$	[1]
MOS	22 08 01.7	0.9	55.48		159.96		173		$M_S=6.2/31$, $MPSP=6.3/123$	[2]
ISC	22 08 02.9	0.02	55.48	0.02	159.94	0.02	182 182*	1 1*	$m_b=6.2/347$, h^* по pP	[3]
NEIC	22 08 02.1	1.55	55.49		160.00				$M_w=6.9$, $m_b=6.3/215$	[3]
HRVD	22 08 02.1	1.55	55.48		160.25		181		$M_w=6.9/80$	[3]
BJI	22 08 00.4		55.51		160.14		182		$m_b=6.1$	[3]

Таблица 2. Основные параметры Тумрокского-II землетрясения 10 июня 2004 г. с $M_w=6.8$ по данным КФ ГС РАН в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
КФ ГС РАН	15 19 54.9	1.9	55.68	0.05	160.25	0.05	208	2	$M_c=6.6/1$, $K_s=14.9$	[4]
MOS	15 19 55.4	0.8	55.67		160.00		184		$MPSP=6.3/81$	[5]
ISC	15 19 56.3	0.2	55.70	0.02	159.99	0.02	187 191*	1 1*	$m_b=6.2/337$, h^* по pP	[6]
NEIC	15 19 57.8	0.1	55.68		160.00				$M_w=6.9$, $m_b=6.1/231$	[6]
HRVD	15 19 57.8	0.1	55.79		160.32		190		$M_w=6.8/79$	[6]
BJI	15 19 54.6	0.8	55.67		160.00		184		$m_b=5.9$	[6]

На рис. 1 показано положение эпицентров главного события по данным агентств, указанных в табл. 1, 2. Первое землетрясение (33 по каталогу [1]) произошло 16 июня 2003 г. в 22^h08^m с $K_s=14.7$, $M_w=6.9$, $h=190$ км. Эпицентр располагался в северо-западной части Восточного хребта в отрогах хр. Тумрок. Второе событие (15 по каталогу [4]) зафиксировано 10 июня 2004 г. в 15^h19^m с $K_s=14.8$, $M_w=6.8$, $h=208$ км. Его эпицентр находился на расстоянии 45 км к северу от первого события на юго-западном склоне Толбачинского вулкана (рис. 1).

Механизмы очагов землетрясений были подобны (табл. 3, рис. 1). В обоих очагах наблюдался сброс с элементами левостороннего сдвига по плоскости, ориентированной в субмеридиональном направлении.

Ко всему прочему волновые формы Тумроковских землетрясений на одной и той же станции (рис. 2) идентичны.

Сейсмическая обстановка в районе очага рассматривается по данным регионального каталога Камчатки за 1962–2002 гг. Согласно делению территории Камчатки на зоны [9], исследуемые землетрясения относятся к северной части промежуточного ($70 \text{ км} < h < 350 \text{ км}$)

слоя «В» Камчатской сейсмофокальной зоны № 1 (зоны субдукции), являющейся наиболее активной областью региона. Во всей этой зоне (в трех ее слоях А, В, С) внутри границ ответственности Камчатской сети локализовано около 75 % событий с $K_S \geq 8.6$, в очагах которых выделено около 50 % от всей сейсмической энергии. В промежуточном слое «В» Камчатской зоны субдукции, где зафиксированы Тумроксикие землетрясения, происходит значительно меньше событий, около 18 % от их общего числа в сейсмофокальной зоне, но по энергии – около 49 % от общего ее количества в зоне. На рис. 3 а, б представлены кумулятивные распределения по глубине числа землетрясений с $K_S \geq 8.6$ и значения выделенной энергии в Камчатской сейсмофокальной зоне за 1962–2002 гг.

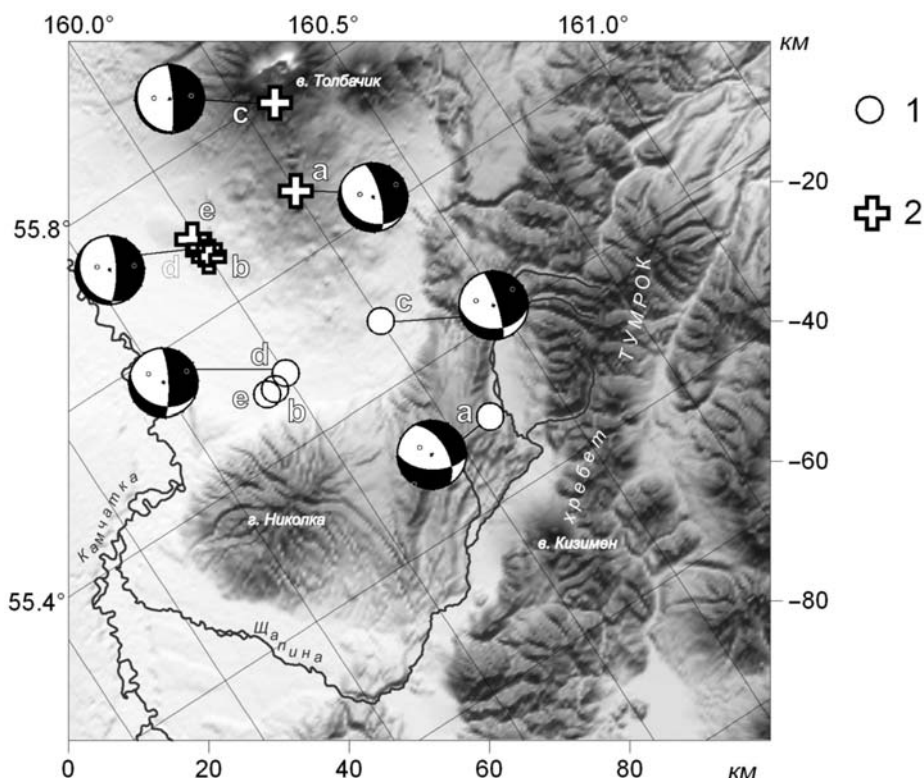


Рис. 1. Решения эпицентров Тумроксиких землетрясений по данным разных агентств

1 – инструментальный эпицентр Тумроксикого-I землетрясения 16.06.2003 г. с $M_w=6.9$ (а – КФ ГС РАН [1], б – MOS [2], с – HRVD [3], д – NEIC [3], е – ISC [3]); 2 – инструментальный эпицентр Тумроксикого-II землетрясения 10.06.2004 г. с $M_w=6.8$ (а – КФ ГС РАН [4], б – MOS [5], с – HRVD [6], д – NEIC [6], е – ISC [6]). Стереогаммы механизмов очагов построены, соответственно: а – по знакам первых вступлений P -волн из [7, 8]; с, д – ближайший двойной диполь к тензору сейсмического момента из [3, 6].

Таблица 3. Параметры механизмов очагов Тумроксикого-I землетрясения 16 июня 2003 г. с $M_w=6.9$ и Тумроксикого-II землетрясения 10 июня 2004 г. с $M_w=6.8$ по данным КФ ГС РАН в сопоставлении с решениями HRVD и NEIC

Дата, <i>д м</i>	<i>t₀</i> , <i>ч мин с</i>	<i>h</i> , <i>км</i>	Магнитуды		<i>K_S</i>	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Агент- ство	Источ- ник	
						<i>T</i>			<i>N</i>			<i>P</i>			<i>NP1</i>					<i>NP2</i>
			<i>M_w</i>	<i>M_{PSP}</i>			<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>PL</i>	<i>AZM</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>	<i>SLIP</i>	<i>STK</i>	<i>DP</i>			<i>SLIP</i>
			<i>m_b</i>																	
16.06.2003	22 08 01.8	190		6.3 6.2	14.7	0	63	33	153	57	333	2	54	−47	125	54	−133	КФ ГС РАН	[7]	
16.06.2003	22 08 02.1	181	6.9			29	82	30	191	46	318	123	32	−161	17	80	−59	HRVD	[3]	
16.06.2003	22 08 02.1		6.9			27	97	29	203	49	332	141	32	−156	30	78	−60	NEIC	[3]	
10.06.2004	15 19 54.9	208		6.3 6.2	14.9*	26	95	19	194	58	316	20	73	−70	150	26	−138	КФ ГС РАН	[8]	
10.06.2004	15 19 57.8	190	6.8			37	115	6	209	52	306	173	9	−126	30	82	−84	HRVD	[6]	
10.06.2004	15 19 57.8		6.9			29	113	11	209	59	317	176	19	−124	32	74	−79	NEIC	[6]	

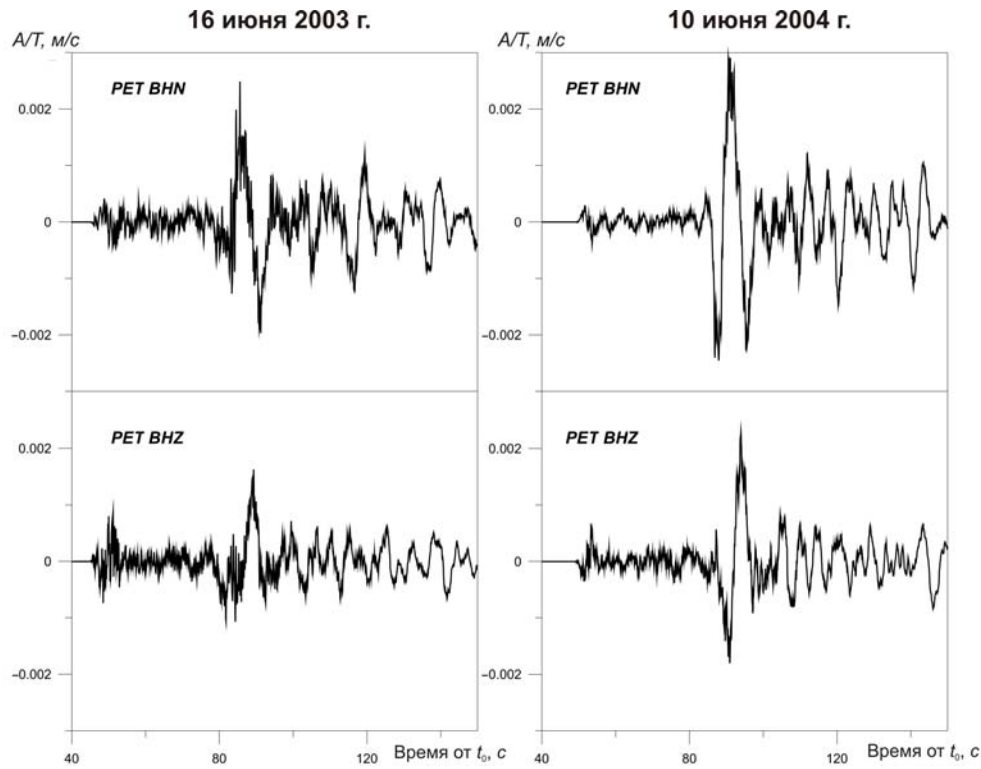


Рис. 2. Примеры волновых форм Тумрокских землетрясений

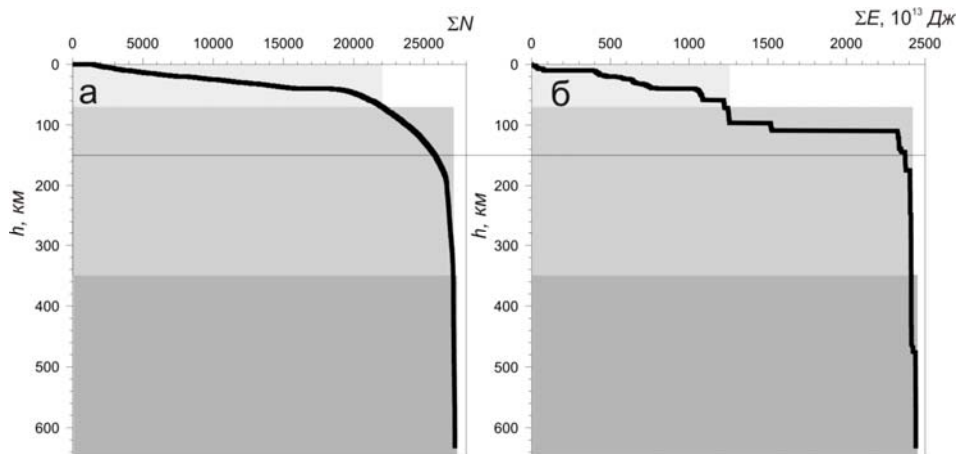


Рис. 3. Кумулятивное по глубине h количество землетрясений с $K_S \geq 8.6$ (а) и выделенной энергии (б) в Камчатской сейсмофокальной зоне за 1962–2002 гг.

Различными оттенками серого показаны поверхностный ($0 \leq h \leq 70$ км), промежуточный ($71 \leq h \leq 350$ км) и глубокий ($h > 350$ км) слои сейсмофокальной зоны; тонкой черной линией отмечена глубина $h = 150$ км.

На рис. 4 показана карта эпицентров землетрясений с $K_S \geq 8.6$ за 1962–2002 гг. в промежуточном слое сейсмофокальной зоны и ее вертикальные разрезы, построенные вдоль и вкрест простирания. Как видно из рис. 3, 4, основная сейсмичность в промежуточном слое сосредоточена в пределах глубин от 70 до 150 км. Здесь за указанный период наблюдений произошло около 120 сильных ($K_S \geq 11.6$) землетрясений, в том числе и наиболее сильные ($M \geq 7$) землетрясения Камчатского региона: Петропавловское землетрясение 24.11.1971 г. с $MS = 7.2$, $h = 110$ км [10] и Камчатское землетрясение 17.08.1983 г. с $M_w = 7.0$, $h = 97$ км [11] (рис. 4). В то же время на глубинах ниже 150 км было зафиксировано всего 26 событий с $K_S \geq 11.6$, из которых только два имеют $K_S > 14$ (рис. 4): одно из них – 21.09.1977 г. $\varphi = 51.32^\circ$, $\lambda = 155.51^\circ$, $h = 247$ км, $K_S = 13.7$, $M_w = 6.2$, а другое – 24.07.1983 г., $\varphi = 53.78^\circ$, $\lambda = 158.63^\circ$, $h = 175$ км, $K_S = 14.4$, $M_w = 6.2$. Согласно [12], первое из них ощущалось в Кроноке с $I = 3$ –4 балла и Усть-Камчатске – 2 балла. Второе вызвало

более интенсивные ($I=4-5$ баллов) сотрясения в Кроноки, а также отмечено с $I=3-4$ балла в Шипунском, Березовой, Крутоберегово и Петропавловске [13]. К северу от Кроноцкого полуострова, где были зафиксированы Тумрокское-I и Тумрокское-II землетрясения, сильных событий с $K_S > 14$, $M > 6$ не наблюдалось.

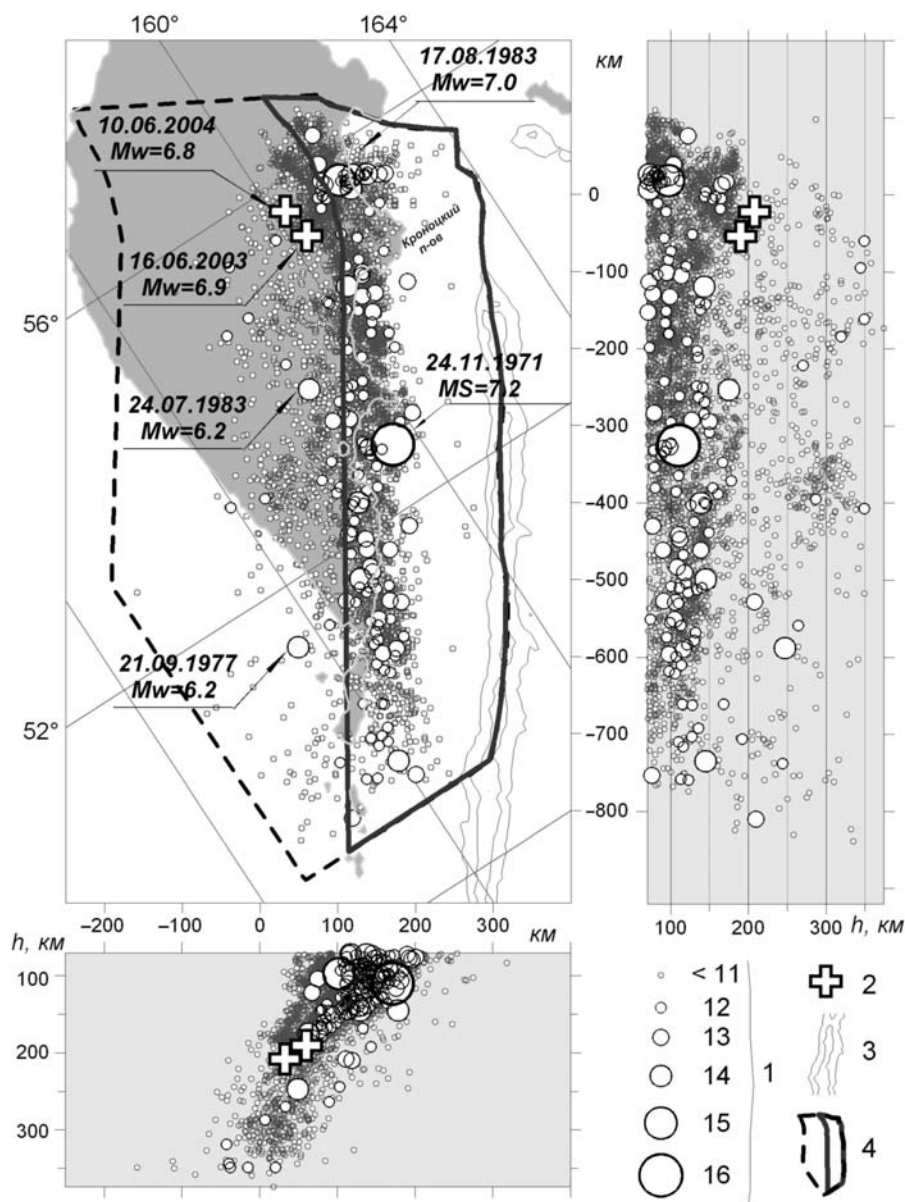


Рис. 4. Карты эпицентров землетрясений с $K_S \geq 8.6$ промежуточного слоя сейсмофокальной зоны № 1 за 1962–2002 гг. в плане (а) и на вертикальных разрезах вдоль (б) и поперек (в) зоны

1 – энергетический класс K_S ; 2 – инструментальный эпицентр Тумроковских землетрясений; 3 – изобата морских глубин; 4 – границы промежуточного слоя сейсмофокальной зоны: сплошная линия – кровля слоя ($h=70$ км), пунктир – подошва ($h=380/350$ км).

Очаговые области Тумроковских землетрясений расположены довольно близко друг к другу, но не пересекаются (рис. 5 а). Их размеры несколько отличаются: для Тумроковского-I – $22 \times 26 \times 20$ км³, для Тумроковского-II – $25 \times 30 \times 35$ км³, т.е. для первого меньше, чем для второго. Хорошо видны такие же различия в числе афтершоков. На рис. 5 а, б приведены карты эпицентров главных событий и их афтершоков, а также вертикальный разрез на плоскость, проходящую вдоль фокальной зоны. Поскольку существовавшая в 2003–2004 гг. сеть сейсмических станций позволяла регистрировать в исследуемом районе землетрясения с $K_{\min}=7.6$, то на карты нанесены события с $K_S \geq 7.6$.

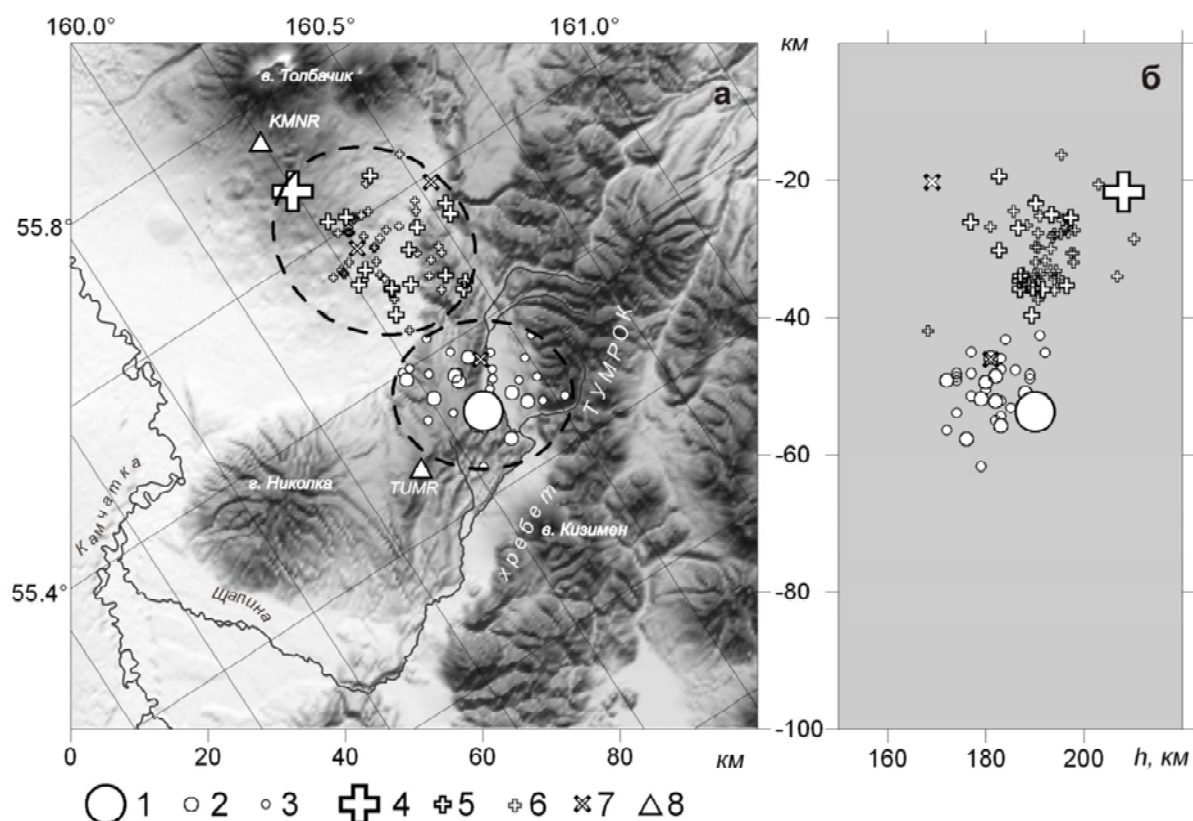


Рис. 5. Карта эпицентров (а) и вертикальный разрез (б) афтершоков Тумроковских землетрясений с $K_S \geq 7.6$

1, 4 – главные события 2003 и 2004 гг. соответственно; 2, 5 – афтершоки за первые сутки; 3, 6 – афтершоки до конца года; 7 – форшоки; 8 – сейсмическая станция. Пунктирными эллипсами показаны положения очаговых областей землетрясений в плане.

Форшоки, афтершоки. Тумроковское-I землетрясение предварялось предположительно лишь одним форшоком с $K_S=8.9$, произошедшим 22 мая 2003 г. в 18^h53^m , $h=181$ км [1], т.е. за 25 суток. Вслед за главным толчком последовала небольшая серия афтершоков [14]. Афтершоки первых суток наметили предельный размер очаговой зоны, имеющей форму эллипса с осями 22×26 км. Продольная ось вытянута практически перпендикулярно направлению основных структур региона и имеет $AZM=123^\circ$. Главное событие произошло в центре очаговой области. В первые сутки было зафиксировано 9 афтершоков, далее их число резко снизилось и до конца 2003 г. произошло около 30 [14]. Характерной особенностью серии афтершоков этого землетрясения являются их невысокие значения K_S . Максимальное значение $K_a=10.0$ имеет афтершок, произошедший через 11^h после главного толчка (17 июня в 08^h47^m , $h=182$ км). Высвобождаемая афтершоками до конца 2003 г. энергия составила $\Sigma E=4.9 \cdot 10^{10}$ Дж. Развитие процесса по глубине шло от главного толчка вверх и охватило диапазон глубин от 170 до 190 км. Объем области афтершоков Тумроковского-I землетрясения, равный $V_a=11440$ км³, согласуется с размерами очагов землетрясений подобной магнитуды [10, 11].

Тумроковское-II землетрясение явных форшоков не имело вовсе. Можно лишь указать на два толчка 2003 г., весьма удаленные по времени, но близкие по расположению: 16 июля в 06^h03^m с $K_S=7.8$, $h=160$ км и 25 августа в 03^h02^m с $K_S=9.7$, $h=221$ км [1]. После главного толчка до конца 2004 г. было зафиксировано 54 афтершока с $K_S=7.6-10.4$ [15]. В течение первых суток афтершоки почти полностью обозначили область очага. В плане – это эллипс с размерами главных осей 30 и 25 км, азимут длинной оси – $AZM=153^\circ$ (рис. 5). В первые сутки произошло 16 афтершоков, в следующие – 5, затем активность в очаге плавно спадала и до конца года наблюдались редкие одиночные землетрясения. Суммарная сейсмическая энергия всех афтершоков Тумроковского-II землетрясения до конца 2004 г. составила $\Sigma E=11.8 \cdot 10^{10}$ Дж, что более чем в 2.4 раза больше таковой для Тумроковского-I землетрясения. Главный толчок произошел на северо-западном краю зоны, затем разрыв распространился к ее юго-восточной части. Развитие

процесса по глубине в очаге 2004 г. шло от главного толчка вверх и охватило диапазон глубин от 180 до 210 км, объем V_a очаговой зоны по облаку афтершоков Тумрокского-II землетрясения составил $V_a=26250 \text{ км}^3$.

Таким образом, развитие процесса афтершоков у обоих землетрясений весьма сходно. В обоих случаях главное событие происходило на нижней границе глубины очаговой зоны, а далее следовала миграция афтершоков с подошвы очага до его кровли и обратно (рис. 6). Можно отметить также, что вспарывание очага 2004 г. произошло в сторону разлома 2003 г.

Макросейсмические сведения о Тумроках землетрясениях заслуживают особого внимания, поскольку макросейсмические проявления землетрясений промежуточного слоя сейсмофокальной зоны № 1, происходящих на глубинах более 150 км, – уникальное и интересное явление, наблюдаемое на Камчатке. Дело в том, что сильные землетрясения наблюдаются здесь довольно редко и макросейсмические сведения о них довольно скудны.

В сущности, в 2003 и 2004 гг. впервые удалось собрать достаточно многочисленные данные о проявлениях таких землетрясений, что связано с более тщательным подходом к сбору макросейсмической информации.

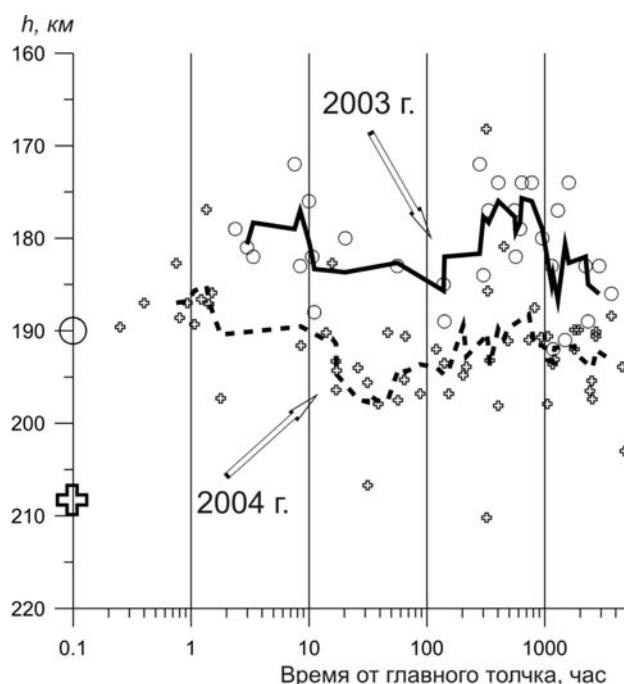


Рис. 6. График зависимости глубины афтершоков Тумроких землетрясений от времени

Сплошная и пунктирная линии – осреднение точек методом скользящего среднего; на ось ординат вынесены положения главных толчков Тумроких землетрясений.

Макросейсмические данные получены в основном из телефонного опроса сотрудников поселковых администраций, а также из письменных сообщений, пришедших позже по почте (табл. 4). Оба Тумроких землетрясения повреждений не вызвали, поэтому оценка интенсивности основывалась главным образом на реакции людей и предметов, окружающих их. Оценка интенсивности проведена без учета характеристик грунтов из-за отсутствия соответствующей информации. Перечень населенных пунктов с указанием макросейсмической интенсивности (I) и расстояния до эпицентра приведены в табл. 5. Карты пунктов-баллов показаны на рис. 7.

Тумрокское-I землетрясение 16 июня 2003 г. вызвало максимальные сотрясения с интенсивностью до 6 баллов на маяке Кроноцком (п. 17 на рис. 7 а). Оно произошло днем в рабочее время. Все ощущавшие его отмечают два толчка с продолжительным раскачиванием и трясением. Сотрясения до 5 баллов отмечены от Усть-Камчатска до излучины р. Жупанова в секторе северо-восток – юг от эпицентра (рис. 7 а). Землетрясение ощущалось в шлакоблочных зданиях и на открытом воздухе. Люди и домашние животные в испуге покидали помещения. В здании падали и сдвигались предметы на столах и полках, сдвигались кровати, повреждена штукатурка.

Таблица 4. Пункты сбора макросейсмической информации

Название пункта	№ пункта	Название пункта	№ пункта
Апача	1	маяк Круглый	18
Атласово	2	Мильково	19
бухта Сторож	3	мыс Африка	20
Вилючинск	4	мыс Шипунский	21
ГМС Семячки	5	Николаевка	22
Долина Гейзеров	6	Никольское	23
Елизово	7	Оссора	24
излучина р. Жупанова	8	Паратунка	25
Институт	9	Петропавловск	26
Ключи	10	р. Карымшина (стационар КФ ГС)	27
Козыревск	11	Раздольный	28
Коряки	12	Рыбачий	29
Крутоберегово	13	с/ст Апача	30
Лазо	14	Сокоч	31
Лесной	15	Усть-Камчатск	32
Майское	16	Эссо	33
маяк Кроноцкий	17		

Таблица 5. Макросейсмические данные по Тумрокским –I и –II землетрясениям

№	Пункт	Δ , км	№ пункта	№	Пункт	Δ , км	№ пункта
16 июня 2003 г. в 22 ^h 08 ^m				2	Усть-Камчатск	151	32
1	<u>6 баллов</u>			3	маяк Кроноцкий	157	17
	маяк Кроноцкий	128	17	4	Крутоберегово	167	13
	<u>5 баллов</u>			5	Никольское	366	23
	2	Бухта Сторож	89	3			
	3	Долина Гейзеров	95	6	<u>3–4 балла</u>		
4	Усть-Камчатск	168	32	6	мыс Шипунский	286	21
5	излучина р. Жупанова	183	8	7	Петропавловск	313	26
	<u>4 балла</u>			8	Паратунка	328	25
6	ГМС Семячки	133	5	9	р. Карымшина	346	27
7	Никольское	359	23	10	маяк Круглый	421	18
	<u>3–4 балла</u>				<u>3 балла</u>		
8	Институт	273	9	11	Николаевка	317	22
9	Петропавловск	277	26		<u>2–3 балла</u>		
	<u>3 балла</u>			12	Рыбачий	326	29
10	Лазо	46	14	13	Вилючинск	329	4
11	Ключи	117	10		<u>2 балла</u>		
12	Елизово	267	7	14	Козыревск	49	11
13	Рыбачий	289	29	15	Елизово	302	7
14	Вилючинск	293	4		<u>Ощущали</u>		
15	Паратунка	293	25	16	мыс Африка	194	20
	<u>2–3 балла</u>			17	Апача	367	1
16	Апача	336	1		<u>Не ощущали</u>		
	<u>Не ощущали</u>			18	Лазо	35	14
17	Атласово	64	2	19	Атласово	45	2
18	Эссо	125	33	20	Майское	64	16
19	Мильково	128	19	21	Эссо	101	33
20	Оссора	469	24	22	Мильково	150	19
10 июня 2004 г. в 15 ^h 19 ^m				23	Раздольный	296	28
	<u>5–6 баллов</u>			24	Коряки	299	12
1	Ключи	80	10	25	Лесной	305	15
				26	Сокоч	327	31
				27	Оссора	432	24

Тумрокское-II землетрясение вызвало максимальные сотрясения с $I=5-6$ баллов в населенных пунктах Ключи, Усть-Камчатск, маяк Кронцкий, Крутоберегово и Никольское, расположенных в секторе северо-восток – юго-восток от эпицентра, захватывая о. Беринга (рис. 7 б). По местному времени оно произошло рано утром и вызвало массовое пробуждение людей и испуг до панического состояния, люди покидали дома. В зданиях скрипели полы, потолки и мебель, раскачивались висючие предметы, дребезжала посуда и стекла окон, открывались двери, раскачивались и падали предметы на столах и на полках. В пос. Ключи деревянные дома дрожали, на верхних этажах мебель «ходила ходуном». В воинской части из казарм вывели солдат. В пос. Никольском на о. Беринга в отдельных деревянных зданиях образовались трещины в штукатурке, а также большие трещины и обвалы кусков штукатурки. В пос. Крутоберегово и Никольском некоторые жители слышали нарастающий подземный гул, похожий на приближение тяжелой техники.

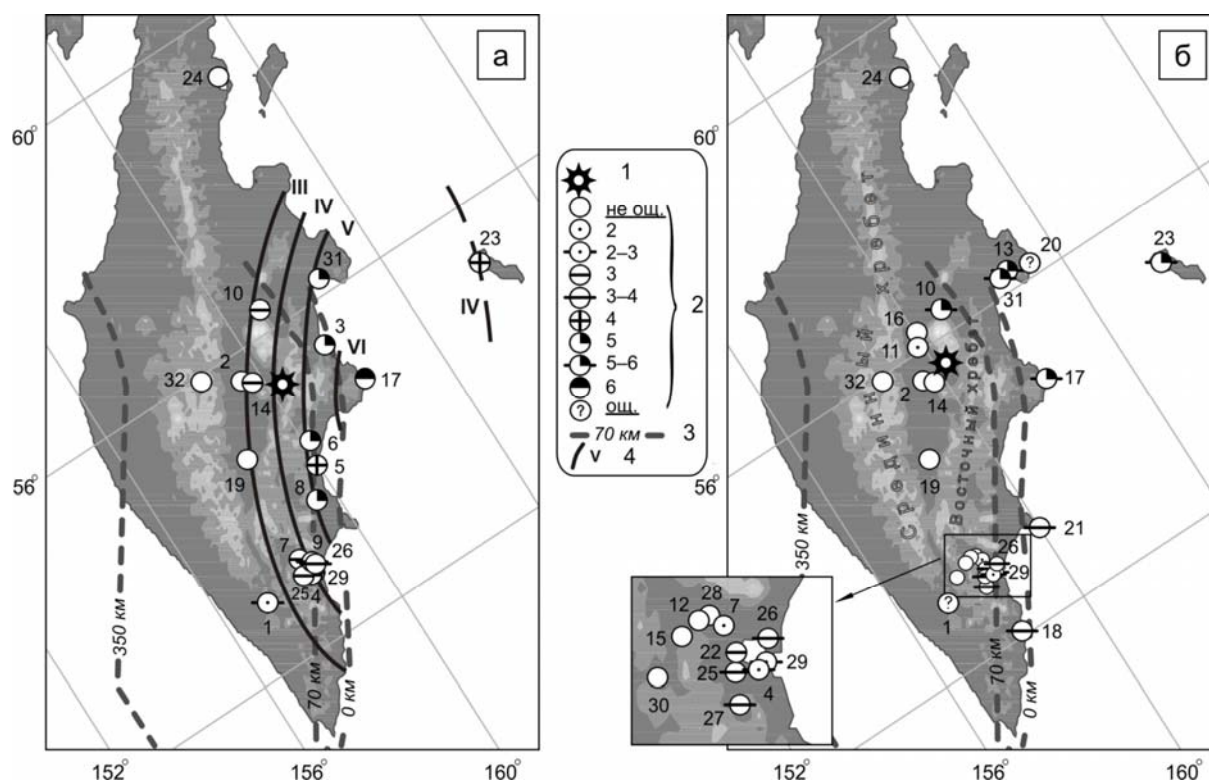


Рис. 7. Карта пунктов-баллов для Тумроксских землетрясений 16 июня 2003 г. в 22^h08^m (а) и 10 июня 2004 г. в 15^h19^m (б)

1 – эпицентр землетрясения; 2 – интенсивность сотрясения I в баллах; 3 – изобата; 4 – изосейста. Номера на картах соответствуют номерам населенных пунктов в табл. 4. На рисунке нанесены западные границы промежуточного слоя сейсмофокальной зоны на глубинах $h=0, 70$ и 350 км.

Тумроксские землетрясения имеют очень похожие макросейсмические проявления в г. Петропавловске-Камчатском и в населенных пунктах Елизовского муниципального образования, расположенных в районе Авачинской бухты (пп. 4, 7, 25, 26, 29). Интенсивность сотрясений в них не превышала 3–4 балла. В обоих случаях наблюдалось покачивание висючих предметов, комнатных растений, незакрепленной мебели.

Вызывает сомнение информация по Тумроксскому-II землетрясению, полученная с сейсмической станции «Апача» (п. 1 на рис. 7 б). В ежедневных станционных бюллетенях, получаемых в 2004 г. по радиосвязи, сотрудники станции оценили наблюдаемую интенсивность в $I=4-5$ баллов. К сожалению, уточнить эти данные не удалось. Есть предположение, что оценка балльности завышена, поэтому было решено отнести п. «Апача» к категории «ощущали». К этой же категории отнесен «мыс Африка» (п. 20, рис. 7 б), по которому имеется информация только о том, что землетрясение ощущалось.

Таким образом, характерной особенностью Тумроковских землетрясений является то, что значительному макросейсмическому воздействию (до 6 баллов) подверглись населенные пункты, расположенные в основном на восточном побережье Камчатки ($\Delta=89$ км от эпицентра и более), в то время как в ближайших к очагу поселках, расположенных в долине между Срединным и Восточным хребтами, например, пос. Лазо (п. 14, 46 км) и пос. Козыревск (п. 11, 49 км), интенсивность толчков не превышала $I=3$ баллов. В долине р. Камчатки и в населенных пунктах, расположенных в Срединном хребте, оба землетрясения не ощущались совсем ($\Delta \leq 100$ км в западном направлении от эпицентра).

На основе макросейсмических данных, полученных для Тумроковского-I землетрясения 2003 г., на карту нанесены изосейсты (рис. 7 а). Максимум макросейсмических проявлений сильно смещен относительно инструментального эпицентра и располагается на Тихоокеанском побережье, что является нетипичной ситуацией. Сами изосейсты вытянуты вдоль побережья полуострова, что характерно для Камчатки. Подобное распределение интенсивности воздействия от глубоких землетрясений, происходящих внутри Тихоокеанской плиты, часто наблюдается в Северной Японии. Погружающаяся часть Тихоокеанской плиты играет роль эффективного волновода для высокочастотных волн, что приводит к аномально высоким интенсивностям на восточном побережье Северной Японии, причем в районе эпицентра эти землетрясения могут не ощущаться [16]. Из-за недостатка данных для Тумроковского-II землетрясения 2004 г. изосейсты не проведены. Однако, анализируя карту «пунктов-баллов», полученную для второго события (рис. 7 б), можно сделать вывод, что макросейсмические проявления у него аналогичны первому. Макросейсмический эффект для обоих Тумроковских землетрясений нетипичен для Камчатки и Командорских островов.

Авторы статьи глубоко признательны И.Р. Абубакирову за всестороннее обсуждение и ценные замечания.

Л и т е р а т у р а

1. Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Антипова О.Г., Бахтиярова Г.М., Карпенко Е.А., Кривогорницына Т.М., Митюшкина С.В., Пархоменко С.А., Пилипенко Л.В., Шевченко Н.А. Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2003 год // Землетрясения Северной Евразии в 2003 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. (На CD).
2. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2003 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2003–2004.
3. Bulletin of the International Seismological Centre for 2003. – Berkshire: ISC, 2005–2006.
4. Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Антипова О.Г., Бахтиярова Г.М., Карпенко Е.А., Кривогорницына Т.М., Митюшкина С.В., Пархоменко С.А., Пилипенко Л.В., Раевская А.А., Шевченко Н.А. Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
5. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2004 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2004–2005.
6. Bulletin of the International Seismological Centre for 2004. – Berkshire: ISC, 2006–2007.
7. Иванова Е.И. (отв. сост.). Камчатка и Командорские острова // Землетрясения Северной Евразии в 2003 году. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – (На CD).
8. Иванова Е.И. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
9. Левина В.И., Иванова Е.И., Ландер А.В., Чеброва А.Ю., Гусев А.А., Гусева Е.М. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 181–192.
10. Гусев А.А., Зобин В.М., Кондратенко А.М., Шумилина Л.С. Петропавловское землетрясение 24(25) XI // Землетрясения в СССР в 1971 году. – М.: Наука, 1975. – С. 163–171.
11. Зобин В.М., Гордеев Е.И., Козырева Н.П., Митякин В.П., Чиркова В.Н. Камчатское землетрясение 17 августа // Землетрясения в СССР в 1983 году. – М.: Наука, 1986. – С. 102–116.

12. Федотов С.А., Симбирева И.Г. (отв. сост.), Лепская Т.С., Богатова Л.И., Борисова З.А., Борезовская И.И., Ерохина Ж.В., Мидлина Т.В., Пасечко Н.И., Попкова Е.В., Прибылова Л.И., Феофилактов В.Д. Региональный каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов за 1977 г. // Землетрясения СССР в 1977 году. – М.: Наука, 1981. – С. 246–275.
13. Зобин В.М., Лепская Т.С. (отв. сост.), Богатова Л.И., Кривогорницыны Т.М., Пасечко Н.П., Потапова В.А., Прибылова Л.И. Региональный каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов за 1983 г. // Землетрясения СССР в 1983 году. – М.: Наука, 1986. – С. 246–275.
14. Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Бахтиарова Г.М., Карпенко Е.А., Митюшкина С.В., Пилипенко Л.В., Шевченко Н.А. Афтершоки Тумрокского-I землетрясения 16 июня 2003 г. с $M_w=6.9$, $I_0=6$ (Камчатка). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
15. Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Бахтиарова Г.М., Карпенко Е.А., Кривогорницына Т.М., Митюшкина С.В., Пилипенко Л.В., Шевченко Н.А. Афтершоки Тумрокского-II землетрясения 10 июня 2004 г. с $M_w=6.8$, $I_0=5-6$ (Камчатка). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
16. Furumura T., Kennett B.L.N. Subduction zone guided waves and the heterogeneity structure of the subducted plate: Intensity anomalies in northern Japan // J. Geophys. Res., 110, B10302, doi:10.1029/2004JB003486, 2005.