

**ОПЕРАТИВНАЯ ОБРАБОТКА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ МИРА  
ПО ТЕЛЕСЕЙСМИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ ГС РАН**

**Л.С. Чепкунас, Н.В. Болдырева, С.Г. Пойгина**

*Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, luba@gsras.ru*

Оперативный сейсмологический бюллетень в 2002 г., так же, как и в 2001 г. [1], составлялся на основе следующих потоков входной информации:

– ежедневных оперативных сводок с 25 телесеismicких станций России и 15 – СНГ, поступавших по электронной почте и телетайпным каналам связи;

– сводок по конкретным землетрясениям, формируемым в Службе срочных донесений (ССД) по записям цифровых станций «Талая» (TLY), «Тикси» (TIXI) на основе волновых форм, поступавших в Обнинск по системе поступления данных в режиме, близком к реальному времени (NRTS – Near Real Time System), и цифровых станций «Алдан» (ALDR), «Чульман» (CLNS), «Красноярск» (KRAR) – по результатам обработки волновых форм, получаемых по программе передачи данных близких к реальному времени (FTP Fail Transfer Program);

– оперативных сводок из региональных сейсмологических центров России и СНГ с данными более 100 региональных станций;

– оперативных сводок, создаваемых в Информационно-обрабатывающем центре (ИОЦ) ГС РАН из ежедекадных станционных бюллетеней 13 телесеismicких и региональных станций, из которых десять расположены в России [«Гофицкое» (GOF), «Закаменск» (ZAK), «Кульдур» (KLR), «Монды» (MOY), «Новосибирск» (NVS), «Печеры» (PECR), «Сеймчан» (SEY), «Усть-Кан» (UKR), «Цей» (ZEI), «Чита» (CIT)] и три – в СНГ «Львов» (LVVV), «Минск» (MIK), «Тбилиси» (TI2)].

– ежемесячных бюллетеней Алтае-Саянской опытно-методической сейсмологической партии со сводной обработкой землетрясений Алтая, Саян и пограничной области Россия–Монголия–Китай;

– ежедневных оперативных сводок из десяти стран мира: Финляндии, Дании, Польши, США, Германии, Румынии, Болгарии, Чехии, Словакии и Венгрии, поступавших по электронной почте;

– бюллетеней сводной обработки со станционными данными сети seismicких станций Крыма для землетрясений западной зоны Северного Кавказа, поступавшими согласно научно-техническому договору с отделом сейсмологии Института геофизики им. Субботина в г. Симферополе;

– seismicких каталогов и бюллетеней из международных seismicких центров: Национального центра информации о землетрясениях Геологической службы (NEIC) США, Международного центра данных (IDC) в Австрии, Европейского Средиземноморского seismicкого центра (CSEM) во Франции, содержащих результаты сводной обработки землетрясений и станционные данные.

По числу станций телесеismicкая сеть ГС РАН на территории всей России и в Антарктиде в 2002 г., по сравнению с таковой в 2001 г. [1], не изменилась. Качественно изменилось оснащение лишь станции «Анапа» [2], на которой с 11 июля началась цифровая регистрация (табл. 1, 2). Кроме того, перенесена в новое место станция «Соликамск», но с прежними параметрами приборов [1].

Описанная сеть станций обеспечила, как это следует из графика повторяемости на рис. 1, значение представительной магнитуды для всей Земли на уровне  $M_{\min}=5$ .

Таблица 1. Параметры сейсмической станции «Анапа» и «Соликамск» в 2002 г.

Станция		Дата открытия	Координаты			Аппаратура				
Название	Код		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	$h_y, м$	Тип прибора	Компонента	$V_{max}$ , чувствительность	$\Delta T_{max}, с$	
Анапа	ANN	07.03.1968	44°48'	37°26'	35	СКМ-3	(N, Z, E)	28100	0.25–0.80	
							(N, Z, E)	12500	0.25–0.80	
							СКД	1040	0.20–19.0	
							C-5-C			
						(N, E) v	2.8 c	0.01–4.5		
						(N, Z, E)	0.1 c	0.01–4.5		
Анапа	ANN	11.07.2002	44°48'	37°26'	35	SDAS – цифровая станция				
Соликамск	SOKR	02.1999	59°34'09"	56°47'31"	-84.5	IRIS – цифровая станция				

Таблица 2. Данные об аппаратуре цифровой станции «Анапа» в 2002 г.

Название станции	Тип АЦП и сейсмометра	Перечень каналов	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Разрядность АЦП	Чувствительность, велосиграф – отчет/(м/с)
Анапа	SDAS – CM3-OC	BH (N, Z, E)v	0.02–7	20	16	$8.20 \cdot 10^9$
	SDAS – CM3-OC	BL (N, Z, E)v	0.02–7	20	16	$2.57 \cdot 10^8$

Выходные потоки информации включают ежедекадные оперативные каталоги и сейсмологические бюллетени ГС РАН (36 выпусков ежегодно) [3], а также их регулярное размещение на Web-странице ГС РАН ([www.ceme.gsras.ru](http://www.ceme.gsras.ru)). Их рассылка осуществлялась в основном по электронной почте в заинтересованные государственные учреждения и в региональные сейсмологические центры России (57 адресов), в сейсмологические центры СНГ (14 адресов), а также в международные сейсмологические центры: Международный сейсмологический центр (ISC) в Великобритании и NEIC в США. Для некоторых землетрясений ( $N=7$  [3]) опубликованы решения механизма очага, рассчитанные по знакам первых вступлений  $P$ -волн по методике [4], сейсмический момент  $M_0$  – по спектрам  $P$ -волн, записанным широкополосными цифровыми сейсмическими станциями в соответствии с рекомендациями [5].

**Методика** расчета основных параметров землетрясений, по сравнению с таковой в 2001 г. [1], не изменилась. Координаты гипоцентра  $\varphi, \lambda, h$  и время  $t_0$  возникновения землетрясения определялись с использованием телесейсмических [6–8] и региональных годографов [9–10] на основании данных о временах прихода продольных  $P$  ( $PKIKP$ )-волн на сейсмические станции по программе ЭПИ-74 [11]. Выделение максимума  $LM$  поверхностных волн проводилось в соответствии с годографами [12, 13], определение магнитуд  $MS$  и  $MPSP$  – по максимальной скорости смещения  $(A/T)_{max}$  в поверхностных и объемных волнах и соответствующим калибровочным кривым [14–17]. Детальное описание представления данных об основных параметрах очагов землетрясений в оперативном сейсмологическом каталоге и станционных данных в оперативном сейсмологическом бюллетене дано во Введении каждого экземпляра бюллетеня [3].

Для оценки сходимости результатов определения основных параметров землетрясений в бюллетенях ГС РАН [3] и ISC [18] проведено их сравнение для выборки из 150 сильных ( $M \geq 6.0$ ) землетрясений по разности  $\Delta t_0$  между временами возникновения землетрясений (рис. 2), координат эпицентров ( $\Delta\varphi, \Delta\lambda$ ) (рис. 3), магнитуд по поверхностным ( $\Delta M$ ) и продольным ( $\Delta m$ ) волнам (рис. 4).

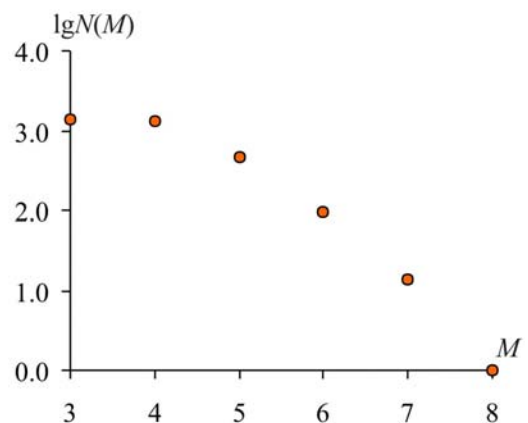


Рис. 1. График повторяемости землетрясений Земли с  $h \leq 70$  км за 2002 г.

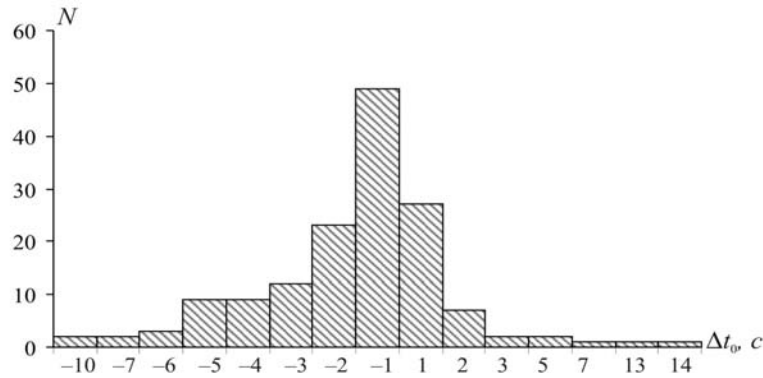


Рис. 2. Гистограмма распределения  $\Delta t_0$

Как видно из рис. 2, свыше 90% землетрясений разность  $\Delta t_0$  не более 5 с, хотя для некоторых  $\Delta t_0 \geq 10$  с. В основном – это удаленные землетрясения, для которых расположение станций, участвующих в обработке данных в сейсмологическом бюллетене, одностороннее.

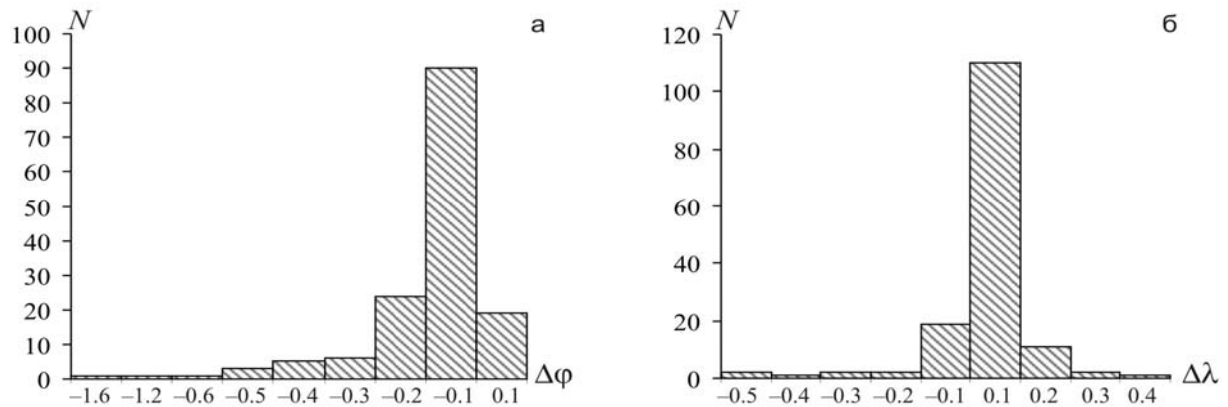


Рис. 3. Гистограммы распределения  $\Delta\varphi$  (а) и  $\Delta\lambda$  (б)

Расхождение в положении эпицентров для более 90% землетрясений составили по широте  $\Delta\varphi = (-0.3^\circ) - (+0.1^\circ)$  (рис. 3, а), по долготе –  $\Delta\lambda = (-0.1^\circ) - (+0.2^\circ)$  (рис. 3, б).

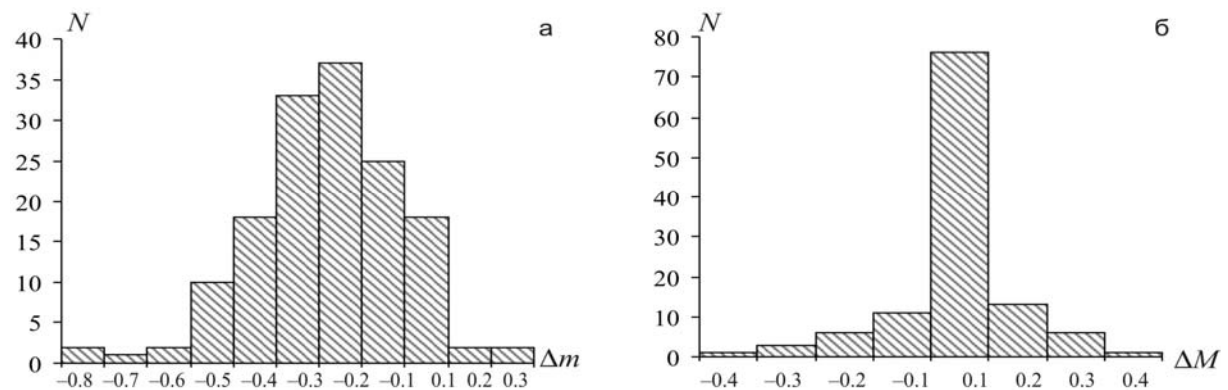


Рис. 4. Гистограммы распределения разностей  $\Delta m = m_b - MPSP$  (а) и  $\Delta M = M_s - M_S$  (б)

Как следует из рис. 4, а, разница магнитуд  $\Delta m = m_b - MPSP$  по продольной волне для 94% из 150 землетрясений варьирует от  $\Delta m = -0.5$  до  $\Delta m = +0.1$ , причем в основном значения  $\Delta m < 0$ , т.е. магнитуды  $MPSP > m_b$ . Это связано с выбором различных интервалов записи для измерения магнитуд на сейсмограмме: интервал для измерения  $m_b$  заключен в пределах 5 с от начала записи *P*-волн [18], в то время как для  $MPSP$  он может быть увеличен до 40–60 с [19]. Разница  $\Delta M = M_s - M_S$  в магнитудах по поверхностным волнам гораздо меньше – для 96% из 117 рассмотренных землетрясений значения  $\Delta M$  составили не более  $\pm 0.3$  (рис. 4, б).

Оперативный сейсмологический каталог за 2002 г. [20], представленный в наст. сб., включает 4630 землетрясений с  $MPSP=3.3-7.0$ , карта эпицентров которых приведена на рис. 5.

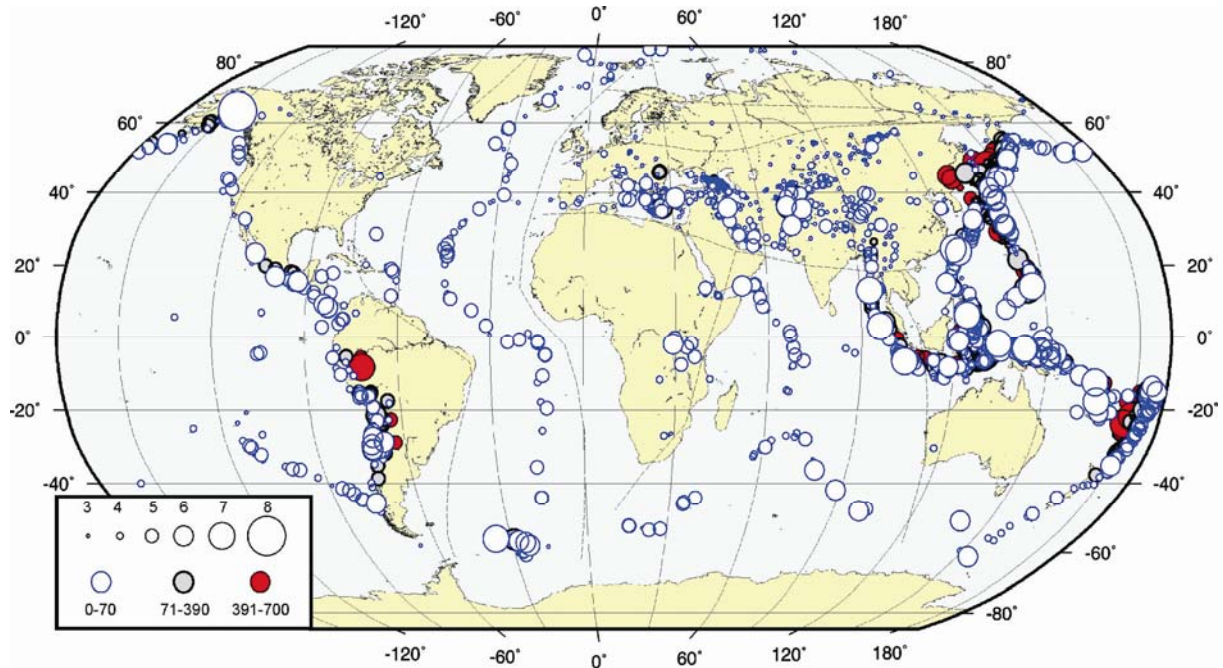


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Земли за 2002 г.

1 – магнитуда; 2 – глубина  $h$  гипоцентра, км; пунктирная линия – граница сейсмического пояса.

Список наиболее сильных ( $M_w, MS, MPLP, MPSP \geq 7.0$ ) землетрясений Земли (табл. 3) содержит 11 событий, максимальное ( $MS=7.6$ ) из которых произошло 3 ноября в 22<sup>h</sup>12<sup>m</sup> в Центральной Аляске.

Таблица 3. Список сильных ( $M \geq 7.0$ ) землетрясений Земли в 2002 г.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Эпицентр		$h$ , км	$n$ с/ст	$M_0$ , Дж	Магнитуды				Район
				$\varphi$ , °	$\lambda$ , °				$M_w$	$MS/n$	$MPLP/n$	$MPSP/n$	
1	02.01	17 22 51.2	0.97	17.67S	167.85E	33	125	$8.7 \cdot 10^{19}$ T	7.2	7.4/26	7.6/4	6.6/39	Острова Вануату
2 <sup>+</sup>	05.03	21 16 10.0	1.14	6.20N	124.27E	33	142	$4.8 \cdot 10^{19}$ O	7.2	7.0/32	6.9/11	6.5/37	Минданао, Филиппины
3 <sup>+</sup>	31.03	06 52 49.7	0.90	24.41N	122.30E	27	226	$9.0 \cdot 10^{19}$ O	7.4	7.2/38	7.1/17	6.6/47	Район Тайваня
4	11.04	21 57 01.9	1.11	14.34S	167.71E	46	126			5.8/36	7.0/11	6.1/45	Острова Вануату
5 <sup>+</sup>	26.04	16 06 07.7	1.38	13.37N	144.61E	76	133	$1.2 \cdot 10^{20}$ O	7.4		7.1/15	6.8/32	Марианские острова
6	22.06	02 58 25.0	1.43	35.66N	48.96E	33	235		6.8	6.2/38	7.0/10	6.3/32	Западный Иран
7	27.06	05 50 40.2	1.68	6.57S	103.91E	33	124			6.6/18	7.0/12	6.4/40	Юго-западнее Суматры, Индонезия
8 <sup>+</sup>	08.09	18 44 27.1	1.11	3.14S	142.88E	33	139	$2.0 \cdot 10^{20}$ T $2.1 \cdot 10^{20}$ A	7.5	7.5/47	7.5/9	6.5/31	Сев. Побережье Новой Гвинеи
9	10.10	10 50 23.8	1.10	1.65S	134.12E	33	83	$7.4 \cdot 10^{19}$ T $5.8 \cdot 10^{19}$ O	7.2	7.4/22	7.3/6	6.6/39	Район Зап. Ириана, Индонезия
10	02.11	01 26 11.2	1.80	3.06N	96.10E	24	175	$6.4 \cdot 10^{19}$ O	7.4	7.2/30	7.2/8	6.4/29	Северная Суматра, Индонезия
11	03.11	22 12 40.9	0.90	63.61N	147.70W	10	245	$1.5 \cdot 10^{20}$ O	7.4	7.6/31	7.2/10	7.0/31	Центральная Аляска

Примечание. Значком <sup>+</sup> отмечены номера землетрясений, для которых в [3] приведены параметры механизма очага; магнитуды  $M_w$  даны из [21]; знаками T, O, A отмечены определения  $M_0$  по станциям «Талая», «Обнинск» и «Аркти» соответственно.

Распределение землетрясений Земли с  $M (MS, MPLP, MPSP) \geq 6.0$  в зависимости от магнитуды, но без дифференциации по глубинам их очагов, приведено в табл. 4, в сопоставлении с аналогичными данными из [1] за предыдущие 11 лет. Как видим, в 2002 г. число землетрясений в интервале  $M=6-7$  составило  $N=139$ , что меньше среднего ( $\bar{N}=146 \pm 35$ ) за 11 лет, а в диапазоне  $M=7-8$  оно равно  $N=11$ , что также меньше среднего ( $\bar{N}=14 \pm 5$ ). В 2002 г. на земном шаре не было ни одного землетрясения с  $M \geq 8.0$ .

**Таблица 4.** Распределение числа землетрясений Земли в различных интервалах магнитуд  $M (MS, MPLP, MPSP) \geq 6.0$  за 1991–2002 гг.

Год	Число землетрясений в интервале $M$			Всего
	$6.0 \leq M < 7.0$	$7.0 \leq M < 8.0$	$M \geq 8.0$	
1991	84	9	–	93
1992	117	13	–	130
1993	97	7	–	104
1994	136	14	1	151
1995	242	28	–	270
1996	217	15	–	232
1997	151	5	–	156
1998	113	12	–	125
1999	159	21	–	180
2000	169	17	–	186
2001	126	16	1	143
2002	139	11	–	150
Среднее за 12 лет	$146 \pm 35$	$14 \pm 5$		$160 \pm 38$

В табл. 5 дано распределение всех 4630 землетрясений Земли для последовательных интервалов магнитуд на разных глубинах и их суммарная сейсмическая энергия. Необходимая при этом процедура пересчета магнитуд  $MPSP$  в  $MS$  выполнялась по формулам из [22]:

$$MS = 1.59 MPSP - 3.67, h < 70 \text{ км}, \tag{1}$$

$$MS = 1.77 MPSP - 5.2, h = 70-390 \text{ км}, \tag{2}$$

$$MS = 1.85 MPSP - 4.9, h > 400 \text{ км}. \tag{3}$$

Сейсмическая энергия рассчитывалась по формулам К. Касахара [23]:

$$\lg E = 5.8 + 2.4 m_b, \tag{4}$$

$$\lg E = 11.8 + 1.5 M. \tag{5}$$

При этом вместо  $m_b$  и  $M$  использованы магнитуды  $MPSP$  и  $MS$  из [3].

**Таблица 5.** Число землетрясений Земли с разными магнитудами и глубинами и суммарная сейсмическая энергия в 2002 г.

$h$ , км	$M$							$N_{\Sigma}$	$E$ , Дж
	$\leq 2.5$	2.6–3.5	3.6–4.5	4.6–5.5	5.6–6.5	6.6–7.5	7.6–8.5		
$\leq 70$	393	1353	1344	471	96	14	1	3672	$66.44 \cdot 10^{15}$
71–390	–	14	409	323	31	2	–	779	$2.43 \cdot 10^{15}$
$\geq 391$	–	5	51	107	12	4	–	179	$4.88 \cdot 10^{15}$
Всего	393	1372	1804	901	139	20	1	4630	$73.75 \cdot 10^{15}$

Примечание.  $M$  соответствует значению  $MS$  наблюдаемой, если таковая имеется, или пересчитанной из  $MPSP$ .

График повторяемости землетрясений Земли на рис. 1 построен по данным первой строки табл. 5. Величина наклона графика повторяемости землетрясений, равная  $b = -0.88$ , близка к средним долговременным его значениям  $b = -0.9$  [6].

Рассмотрим более детально географическое распределение землетрясений Земли на рис. 5. Как видно, выразительно трассируются четыре основные сейсмические пояса по [24] – Тихоокеанский, Трансазиатский, Атлантический, Индийский. Распределение суммарной сейсмической энергии, выделившейся в 2002 г. при землетрясениях с  $M \geq 6$  в различных сейсмических поясах, дано в табл. 6.

**Таблица 6.** Распределение числа землетрясений с  $M(MS, MPLP, MPSP) \geq 6.0$  и суммарной сейсмической энергии  $\Sigma E$  по сейсмическим поясам

Сейсмический пояс	Число землетрясений		$N_{\Sigma}$	$\Sigma E,$ Дж
	$6.0 \leq M < 7.0$	$M \geq 7.0$		
Тихоокеанский	105	8	113	$63.99 \cdot 10^{15}$
Трансазиатский	17	1	18	$1.73 \cdot 10^{15}$
Атлантический	8	–	8	$0.75 \cdot 10^{15}$
Индийский	9	2	11	$5.48 \cdot 10^{15}$
Всего	139	11	150	$71.95 \cdot 10^{15}$

Общее количество выделившейся в 2002 г. энергии на земном шаре гораздо меньше таковой в 2001 г. ( $\Sigma E = 71.95 \cdot 10^{15}$  Дж вместо  $323.35 \cdot 10^{15}$  Дж [1]). Из табл. 6 следует, что более 89% всей энергии выделилось в Тихоокеанском сейсмическом поясе, где произошло 8 из 11 землетрясений с  $M \geq 7.0$ . На другие сейсмические пояса пришлось менее 11% суммарной энергии. Ниже рассматривается каждый из сейсмических поясов более детально.

В пределах **Тихоокеанского сейсмического пояса**, как и ранее [1], сосредоточено также и большее число землетрясений (113 из 150), как и ранее [1]. Четко группируются цепочки эпицентров в его западной части: от Аляски до Мексики, вдоль Караибской петли, и от Мексики до Центральной и Южной Америки. Заметно выделяется серия землетрясений вдоль побережья Бразилия–Перу, являющаяся продолжением сейсмически активной зоны 2001 г., где 23, 26 июня и 7 июля 2001 г. произошли три сильных коровых землетрясения с магнитудами 8.3, 7.0 и 7.6 соответственно [1]. В 2002 г. сильнейшим в этой области (район Западной Бразилии) было глубокофокусное землетрясение с  $MS = 7.3$  на глубине 485 км, возникшее 12 октября [3]. На востоке Тихоокеанского сейсмического пояса протягивается полоса землетрясений вдоль Курило–Камчатской дуги, далее от Японии до Марианских, Филиппинских, Молуккских, Новогвинеидских островов. В Дальневосточных зонах субдукции возникли глубокие землетрясения с  $h > 300$  км: 29 землетрясений – в районе Курильских островов; 5 – в пограничной области Восточная Россия–Северо-Восточный Китай, среди которых одно с глубиной очага  $h = 565$  км и с магнитудой  $MPLP = 6.7$ , произошедшее 28 июня, ощущалось на обширной территории Китая, Японии и России [3].

В **Трансазиатском поясе**, куда входят Средиземноморская Европа, Восточная и Центральная Азия, отмечается достаточно высокая плотность эпицентров. В основном здесь происходят землетрясения с  $h < 70$  км. Но в районах Вранча, Памира и Гиндукуша стабильно происходят землетрясения с промежуточной глубиной очагов  $h = 70–270$  км.

В **Атлантическом поясе** четко выделяются цепочки эпицентров вдоль Срединно-Атлантического хребта, протягивающегося с севера на юг. Они оконтуривают границы четырех тектонических литосферных плит: Евразийской, Африканской, Северо-Американской и Южно-Американской. В этом поясе не отмечены в 2002 г. землетрясения с  $M \geq 7$ , но на южной оконечности хребта, в районе Южных Сандвичевых островов, локализована группа землетрясений с  $M = 6.0–6.5$  (аналогичная картина наблюдалась здесь и в 2001 г. [1]).

В **Индийском сейсмическом поясе** обращают на себя внимание Суматринские землетрясения ( $N = 145$  событий [3]) в основном с очагами в земной коре. Они протягиваются вдоль Андаманских, Никобарских островов и о. Суматра, обрамляя с востока и юга зоны вокруг Австралии и Новой Зеландии. Здесь в 2002 г. произошло два землетрясения с  $M > 7$  (табл. 3).

Решения механизма очагов для всех 11 землетрясений, полученные в Гарвардском центре США (HRVD) по методу тензора момента центроида [24] и опубликованные в [18], приведены на рис. 6 и в табл. 7. Восемь землетрясений (1–5, 8, 9, 11) локализованы в Тихоокеанском сейсмическом поясе, два (7, 10) – в Индийском и одно (6) – в Трансазиатском.

Обобщая все данные, отметим, что в очагах восьми землетрясений Тихоокеанского пояса характер подвижек в основном взбросо-надвиговый. В шести случаях (2–4, 7, 8, 10) землетрясения произошли под преобладающим действием сжимающих напряжений, для событий (1, 5) – сжимающие и растягивающие напряжения близки. Различия наблюдались лишь в ориентации напряжений и нодальных плоскостей. Землетрясения (9, 11), характеризующиеся близкими по величине сжимающими и растягивающими напряжениями, имели в очагах сдвиговые подвижки.

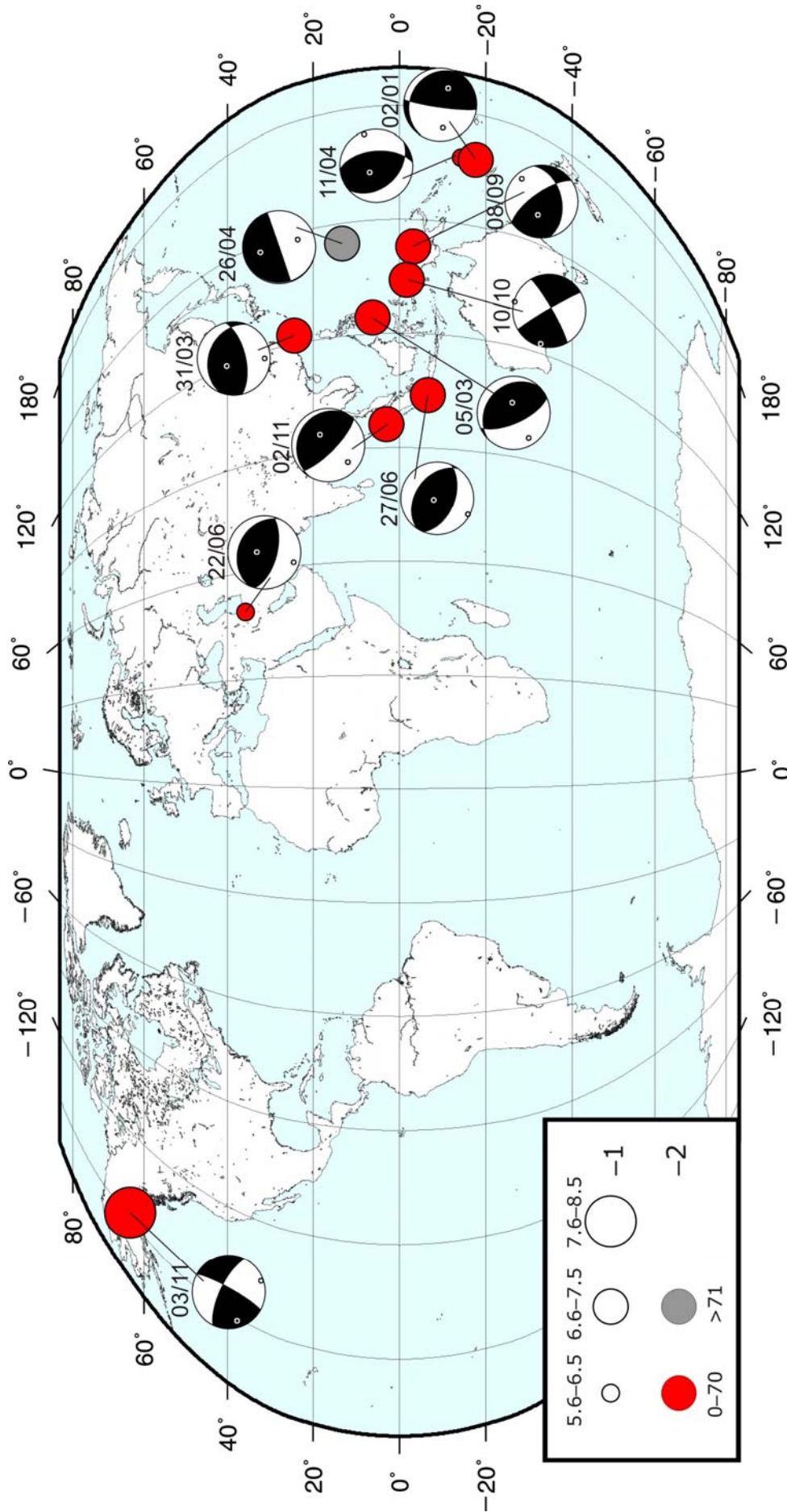


Рис. 6. Стереогаммы механизмов очагов сильных ( $M \geq 7$ ) землетрясений за 2002 г. в проекции нижней полусферы

1 - магнитуда; 2 - глубина  $h$  гипоцентра, км.

Таблица 7. Механизмы очагов сильных землетрясений мира в 2002 г. по HRVD из [18]

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды			Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
				$M_w$	$MS/n$	$MPSP/n$	$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$		
							$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$
1	02 01	17 22 51.2	33	7.2	7.4/26	6.6/39	49	116	16	7	37	264	299	18	22	189	84	106
2	05 03	21 16 10	33	7.2	7.0/32	6.5/37	67	83	8	333	21	239	314	25	70	156	67	99
3	31 03	06 52 49.7	27	7.4	7.2/38	6.6/47	67	314	16	85	17	180	292	32	121	77	63	72
4	11 04	21 57 01.9	46		5.8/36	6.1/45	69	316	19	162	9	69	138	40	60	355	56	113
5	26 04	16 06 07.7	76	7.4		6.8/32	45	344	3	251	44	158	172	3	11	71	89	93
6	22 06	02 58 25.0	33	6.8	6.2/38	6.3/32	73	3	4	107	17	198	295	29	99	104	62	85
7	27 06	05 50 40.2	33		6.6/18	6.4/40	82	335	7	117	5	208	305	40	100	112	50	81
8	08 09	18 44 27.1	33	7.5	7.5/47	6.5/31	59	286	24	148	24	19	106	34	43	339	68	116
9	10 10	10 50 23.8	33	7.2	7.4/22	6.6/39	8	284	81	119	2	15	60	83	4	329	86	173
10	02 11	01 26 11.2	24	7.4	7.2/30	6.4/29	60	52	5	314	30	221	297	16	73	135	75	95
11	03 11	22 12 40.9	10	7.4	7.6/31	7.0/31	19	254	69	52	7	162	296	71	171	29	82	19

Землетрясения (1, 4), произошедшие 2 января в 17<sup>h</sup>22<sup>m</sup> и 11 апреля в 21<sup>h</sup>57<sup>m</sup> близ островов Новые Гебриды, имели подобные решения механизма очагов, согласно которым по пологим нодальным плоскостям северо-западного простирания для землетрясения (1) подвижка представлена левосторонним сдвигом, с компонентами надвига, для (4) – взбросом, с компонентами левостороннего сдвига. По крутопадающим плоскостям  $NP2$  близмеридионального простирания тип движения – взброс, с компонентами правостороннего сдвига. В очагах землетрясений (2, 3), отмеченных 5 марта в 21<sup>h</sup>16<sup>m</sup> на Филиппинах и 31 марта в 06<sup>h</sup>52<sup>m</sup> на Тайване, преваляли напряжения сжатия, направленные на юго-запад и юг соответственно. Тип движения по крутопадающим плоскостям – взброс с компонентами сдвига, правостороннего – для (2) и левостороннего – для (3), по пологим плоскостям – надвиг для землетрясения (2), с компонентами левостороннего сдвига, и взброс – для (3), с компонентами правостороннего сдвига. Для землетрясения (5), записанного 26 апреля в 16<sup>h</sup>06<sup>m</sup> в районе Марианских островов, напряжения сжатия и растяжения, ориентированные в юго-восточном направлении, по величине практически равны. По крутопадающей плоскости северо-восточного простирания  $NP2$  отмечался практически «чистый» взброс, по пологой плоскости  $NP1$  близмеридионального простирания – «чистый» сдвиг (горизонтальное скольжение). Землетрясение (8), зарегистрированное 8 сентября в 18<sup>h</sup>44<sup>m</sup> в районе Новой Гвинеи, произошло под действием сжимающих напряжений, ориентированных в северо-восточном направлении. По пологой нодальной плоскости  $NP1$  близширотного простирания наблюдался левосторонний сдвиг, с компонентами взброса, по плоскости  $NP2$  северо-западного простирания – взброс, с компонентами правостороннего сдвига. Для землетрясений (9, 11), произошедших 10 октября в 10<sup>h</sup>50<sup>m</sup> близ Западного Ириана и 3 ноября в 22<sup>h</sup>12<sup>m</sup> в районе Аляски, движения в очагах произошли под действием близких по величине сжимающих и растягивающих напряжений: для (9) – оси растяжения и сжатия направлены на запад и север, для (11) – на юг и запад соответственно. Тип подвижки по обеим крутопадающим плоскостям – сдвиг, с компонентами взброса, по плоскостям северо-восточного простирания – левосторонний сдвиг, по плоскостям северо-западного направления – правосторонний.

В Трансзиатском поясе для землетрясения (6), возникшего 22 июня в 02<sup>h</sup>58<sup>m</sup> в Иране, ось сжатия горизонтальна и направлена на юг, ось растяжения – вертикальна и направлена на север. Движение в его очаге произошло под действием преобладания сжимающих напряжений. Обе нодальные плоскости ориентированы в северо-западном-юго-восточном направлении. По пологой плоскости  $NP1$  тип подвижки – надвиг, с компонентой правостороннего сдвига, по крутой плоскости  $NP2$  – взброс, с компонентой левостороннего сдвига.

Для Индийского пояса в случае землетрясений (7, 10), реализовавшихся 27 июня в 05<sup>h</sup>50<sup>m</sup> и 2 ноября в 01<sup>h</sup>26<sup>m</sup> в районе о. Суматра, преобладали напряжения сжатия, направленные на юго-запад, обе плоскости имели северо-западное простирание. Тип движения по обеим плоскостям – практически «чистый» взброс, с компонентами правостороннего сдвига по  $NP1$  и левостороннего по  $NP2$ .



## Л и т е р а т у р а

1. **Чепкунас Л.С., Болдырева Н.В.** Оперативная обработка землетрясений мира по телесеismicким наблюдениям ГС РАН // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 259–272.
2. **Результаты проведения комплексных сейсмологических и геофизических наблюдений и обработки данных на базе стационарных и мобильных сейсмических сетей в ГС РАН за 2002 год.** (Отчет ГС РАН за 2002 год). – Обнинск: ГС РАН, 2003. – 110 с.
3. **Сейсмологический бюллетень** (ежедекадный) за 2002 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2002–2003.
4. **Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Аптекман Ж.Я., Бармин М.П.** Об определении механизма очагов на ЭВМ ЕС-1030 // Физика сейсмических волн и внутреннее строение Земли. – М.: Наука, 1982. – С. 86–97.
5. **Захарова А.И., Чепкунас Л.С.** Динамические параметры очагов сильных землетрясений по спектрам продольных волн на станции «Обнинск» // Физика Земли. – 1977. – № 2. – С. 9–17.
6. **Рихтер Ч.** Элементарная сейсмология. – М.: Иностранная литература, 1963. – 670 с.
7. **Jeffreys H., Bullen К.Е.** Seismological tables // Brit. Assoc. for the advancement of Sci. – London: Gray-Milne Trust, 1958. – 65 p.
8. **Bolt В.А.** Estimation of PKP travel times // Bull. Seism. Soc. Am. – 1968. – 58. – №4. – P. 1305–1324.
9. **Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К.** Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 144–152.
10. **Wadati К.** Travel time *P* and *S*-waves // Geophys. Mag. – 1933. – № 11.
11. **Епифанский А.Г.** Определение параметров гипоцентров и магнитуд землетрясений в телесеismicкой зоне (ЭПИ-74) // Алгоритмы и практика определения параметров гипоцентров землетрясений на ЭВМ. – М.: Наука, 1983. – С. 92–97.
12. **Архангельская В.М.** Использование записей поверхностных волн при интерпретации сейсмограмм // Бюллетень Совета по сейсмологии. – М.: АН СССР, 1957. – № 6. – С. 81–88.
13. **Горбунова И.В., Захарова А.И., Чепкунас Л.С.** Максимальная фаза поверхностной волны Релея по наблюдениям различной аппаратурой в ЦСО «Обнинск» // Магнитуда и энергетическая+ классификация землетрясений. II. – М.: ИФЗ АН СССР, 1974. – С. 19–25.
14. **Gutenberg В., Richter С.** Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration // Bull. Seism. Soc. Am. – 1942. – 32. – № 3. – P. 163–191.
15. **Gutenberg В., Richter С.** Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration // Bull. Seism. Soc. Am. – 1956. – 46. – № 2. – P. 105–145.
16. **Ванек И., Затопек А., Карник В., Кондорская И.В., Ризниченко Ю.В., Саваренский Е.Ф., Соловьёв С.Л., Шебалин Н.В.** Стандартизация шкал магнитуд // Изв. АН СССР, сер. геофизич. – 1962. – № 2. – С. 153–158.
17. **Горбунова И.В., Шаторная Н.В.** О калибровочной кривой для определения магнитуды землетрясений по волнам РККР // Физика Земли. – 1976. – № 7. – С. 77–81.
18. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2002.** – Berkshire: ISC, 2005.
19. **Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях ЕССН СССР.** – М.: Наука, 1982. – 272 с.
20. **Шаторная Н.В. (отв. сост.), Бабкина В.Ф., Аторина М.А., Щербакова А.И.** Оперативный каталог землетрясений Земли за 2002 г. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
21. **Захарова А.И., Чепкунас Л.С., Малянова Л.С.** Очаговые параметры сильных землетрясений Земли. (См. раздел II (Спектры и динамические параметры очагов землетрясений) в наст. сб.).
22. **Кондорская И.В., Горбунова И.В., Киреев И.А., Вандышева Н.В.** О составлении унифицированного каталога сильных землетрясений Северной Евразии по инструментальным данным (1901–1990 гг.) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып. 1. – М.: АН СССР, 1993. – С. 70–79.
23. **Касахара К.** Механика землетрясений. – М.: Мир, 1985. – С. 25.
24. **Dziewonski А., Chou Т., Woodhouse J.** Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity // J. Geophys. Res. 1981. – 86. – № B4. – P. 2825–2852.