

## **I. ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ**

УДК 550.348.098.64 (-924/-925)

### **СЕВЕРНАЯ ЕВРАЗИЯ**

**О.Е. Старовойт<sup>1</sup>, Р.С. Михайлова<sup>1</sup>, Е.А. Рогожин<sup>2</sup>, Л.С. Чепкунас<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, [ostar@gsras.ru](mailto:ostar@gsras.ru)

<sup>2</sup>Институт физики Земли РАН, г. Москва, [eurog@ifz.ru](mailto:eurog@ifz.ru)

Анализ сейсмичности Северной Евразии в 2004 г., так же, как и ранее [1–3], выполнен на основе данных стационарного мониторинга землетрясений, проводимого сейсмической сетью Геофизической службы РАН, Геофизической службы Сибирского отделения РАН, всеми их региональными подразделениями, а также национальными сетями стран Беларуси, Украины, Молдовы, Азербайджана, Грузии, Армении, Туркмении, Таджикистана, Узбекистана, Казахстана и Киргизии.

Данные о параметрах землетрясений взяты из каталогов землетрясений и обзорных статей по странам и регионам, представленных национальными сетями указанных выше стран, а также использован ежедекадный Сейсмологический бюллетень ГС РАН [4], бюллетень Международного сейсмологического центра [5] и каталог сильных землетрясений Северной Евразии [6] за 2004 г. Приведены сводные карты сейсмических станций и эпицентров землетрясений Северной Евразии с  $M \geq 3.6$ , в ряде случаев изложена тектоническая позиция для сильных и ощутимых землетрясений, определенная по механизмам очагов, картам разломов, картам афтершоков и изосейст.

Рассмотрим состояние региональных и территориальных систем наблюдений землетрясений Северной Евразии в 2004 г., по сравнению с 2003 г. [3]. Под территориальной системой наблюдений понимается сейсмологическая сеть в административных субъектах (страна, республика) или в выделенной по геолого-географическим характеристикам части региона (например, Республика Армения или Восточная часть Балтийского щита).

Во многих регионах и территориях в 2004 г. никаких изменений в сетях станций не произошло. К ним относятся: Восточная часть Балтийского щита [7], Беларусь [8], Карпаты [9], Крым [10], Азербайджан [11], Армения [12], Кыргызстан и Узбекистан [13], Алтай и Саяны [14], Прибайкалье и Забайкалье [15], Приамурье и Приморье [16], Сахалин [17], Курило-Охотский регион [18]. Изменения коснулись сети станций Казахстана [19], Камчатки [20], Северо-Востока России [21], Якутии [22], Северной Осетии-Алании [23], Дагестана [24], Грузии [25] и Таджикистана [26]. Новая сеть из четырех цифровых станций появилась в 2004 г. на Севере Русской плиты (в Архангельской области) [27].

В Казахстане изменения типа и оснащения станций произошли в обеих сетях, действующих на его территории: Опытной-методической экспедиции Министерства образования и науки Республики Казахстан (СОМЭ МОН РК) и Национального ядерного центра Министерства энергетики (ИГИ НЯЦ МЭМР РК). В сети станций СОМЭ МОН РК [28] из 21 станции только 10 сохранились аналоговыми («Чимкент», «Семипалатинск», «Джамбул», «Талды-Курган», «Джаркент», «Капал-Арасан», «Южная», «Зайсан», «Жабаглы» и «Боролдай»). Остальные 11 переоснащены в цифровые с АЦП типа Quanterra Q730 и IDC-24: четыре («Кастек», «Курам», «Мерке», «Чушкалы») – еще в 2003 г., и семь («Алматы», «Тургень», «Курты», «Медео», «Майтубе», «Чушкалы») – в 2004 г. Кроме того, в мае-июне 2004 г. были открыты восемь новых цифровых станций – «Аухатты», «Бесмойнак», «Жинишке», «Кокпек», «Кызыласкер», «Кыргызсай», «Узынбулак», «Шалкоде», с АЦП DAS 6102. Сеть станций НЯЦ пополнилась новой сейсмической группой «Акбулак» в западном Казахстане, построенной в сотрудничестве с АФТАК (США) [19].

На Камчатке проведена установка нового оборудования SDAS [29] производства «Геотех» (Обнинск) на базе имеющихся стационаров с аналоговой аппаратурой на сейсмических станциях «Беринг» (с 21 января), «Крутоберегово» (с 1 ноября), а также цифровой станции СЦСС [30] разработки Камчатского филиала ГС РАН на станциях «Апача» (с 26 июня), «Эссо» (с 16 декабря). На станции «Ключи» в ноябре 2004 г. в экспериментальном режиме начал работу комплект оборудования фирмы GEOTECH (США) с широкополосным велосиметром KS-2000. В результате к концу 2004 г. в Камчатском регионе работало восемь цифровых широкополосных станций. Сеть сейсмотелеметрических станций Камчатки пополнилась новой станцией «Тумрок» (TUMR) [20].

На Северо-Востоке России произведена замена фотогальванометрической регистрации на цифровую на станции «Стекольный» (с 13 октября), после чего вся сеть стала цифровой [21]. Аналогично в Якутии в 2004 г. фактически закончился период регистрации сейсмических событий аналоговым способом. В течение года были закрыты сейсмическая станция «Столб» (январь 2004 г.) в дельте р. Лены из-за невозможности ее обслуживания и пункт регистрации «Усть-Нюкжа» (июль 2004 г.). Приборы из этого поселка были перенесены в более удобное место на станцию «Юктали», расположенную по трассе Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. Дополнительно на юге Якутии 10 июля 2004 г. была открыта новая цифровая станция «Иенгра» [22].

В Республике Северная Осетия–Алания на Северном Кавказе произошло расширение сети: к цифровым станциям «Ардон», «Цей» и «Владикавказ», «Дигорское Ущелье» [31] добавились «Лац» и «Лескен» [23]. Новая территориальная сеть станций, созданная в 2004 г. в Архангельской области [27], включает четыре цифровые станции – «Архангельск», «Климовская», «Пермогорье», «Тамица» – с АЦП типа SDAS [29].

В итоге к концу 2004 г. полностью цифровыми стали станции в регионах XII и XIII (Северо-Восток России [21] и Якутия [22]), в 2003 г. таковыми стали регионы VI и VII (Алтай и Саяны [32], Прибайкалье и Забайкалье [33]).

Однако многие станции пока сохраняются с аналоговой регистрацией: 4 станции в Молдове [34], 18 – в Дагестане [24], 11 – в Таджикистане [26], 18 – в Узбекистане [13], 24 – в Кыргызстане [13], 8 – в Приамурье и Приморье [16], 4 – на Сахалине [17] и 3 – в Курило-Охотском регионе [18]. Для оценки энергетических классов землетрясений по одному комплекту аналоговой аппаратуры оставлены в Восточной части Балтийского щита (на станции «Апатиты» [7]), в Беларуси (на станции «Солигорск» [8]), в регионе Карпаты (на станции «Ужгород»-павильон [9], а также в Грузии на станции «Тбилиси» [25]. Новая аналоговая станция «Цударах» открыта с 1 июля в Дагестане [24].

Графически распределение разных типов станций по регионам и территориям представлено на диаграмме (рис. 1).

Общее число сейсмических станций в 2004 г. составило 411 и их расположение в пределах Северной Евразии изображено на рис. 2. Из них аналоговых станций – 168, цифровых – 233 и 10 сейсмических групп (агау) (табл. 1), тогда как в 2003 г. было 197 аналоговых, столько же цифровых и 9 групп [3], т.е. число аналоговых станций уменьшилось, а цифровых увеличилось в 1.2 раза.

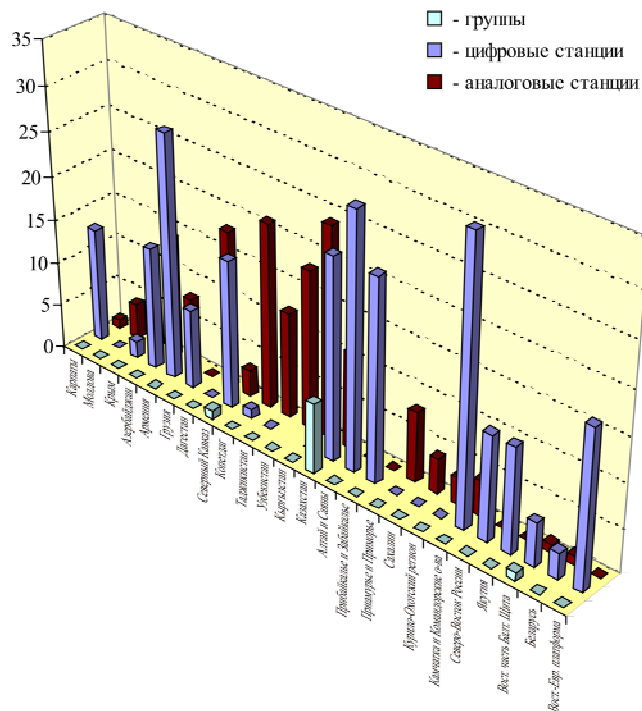


Рис. 1. Диаграмма распределения числа сейсмических групп (агау), цифровых и аналоговых станций в разных регионах и территориях Северной Евразии



Рис. 2. Сейсмические станции Северной Евразии в 2004 г.

Сводные данные о числе станций в регионах и территориях Северной Евразии, работавших в 2004 г., представлены в графах 3–5 табл. 1.

Информация о числах землетрясений в разных регионах и территориях содержится в графах 7–10 табл. 1, содержание которых требует пояснений.

Таблица 1. Число станций и землетрясений в различных регионах и территориях Северной Евразии в 2004 г.

№	Регион, территория	Число станций			Диапазон классов	Число землетрясений				$\Sigma E, Дж$	Источник
		аналоговых	цифровых	группирования		всего	в ЗСЕ	$M \geq 3.6$	$n, (мех.)$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Карпаты	1	13		5.8–15.4	128	128 (28*)	20	6	$2.55 \cdot 10^{15}$	[9, 35–37]
	Молдова	4									[34]
II	Крым	5	2		4.8–10.6	50	50	1		$5.66 \cdot 10^{10}$	[10, 38]
III	Кавказ:							48			
	Азербайджан	14	14		4.2–11.3	664	621		1	$1.02 \cdot 10^{12}$	[11, 39, 40]
	Армения	8	28		4.0–14.0	566	478		6	$1.11 \cdot 10^{14}$	[12, 41, 42]
	Грузия		7		5.3–10.9	321	402			$3.87 \cdot 10^{11}$	[13, 43, 44]
	Дагестан	18			4.8–11.2	(327)					[24]
	Северный Кавказ	3	17	1	4.1–12.9	771	771 (6*)		2	$9.74 \cdot 10^{12}$	[23, 45, 46]
IV	Копетдаг	21	1		2.3–14.0	1802	268	40	24	$1.32 \cdot 10^{14}$	[47, 48, 49]

№	Регион, территория	Число станций			Диапазон классов	Число землетрясений				$\Sigma E, Дж$	Источник
		аналоговых	цифровых	группирования		всего	в ЗСЕ	$M \geq 3.6$	$n, (мех.)$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V	Средняя Азия и Казахстан:				6.1–15.0	530	530	308	122	$2.4 \cdot 10^{13}$	[13, 50–52]
	Узбекистан	18									[13]
	Кыргызстан	24									[13]
	Таджикистан	12			5.6–15.9	1800	1863 (1198*)		51	$8.8 \cdot 10^{15}$	[26, 53, 54]
	Северный Тянь-Шань	11	18		6.6–12.1	412	412			$1.4 \cdot 10^{12}$	[19, 55]
	Казахстан		5	8	8.6–14.5	46	46			$3.2 \cdot 10^{14}$	[19, 55]
VI	Алтай и Саяны		29		3.6–12.6	2954	606	42		$2.1 \cdot 10^{13}$	[14, 56]
VII	Прибайкалье и Забайкалье		23		4.6–13.5	6017	734	29	26	$5.6 \cdot 10^{13}$	[15, 57, 58]
VIII	Приамурье и Приморье	8			5.1–13.5	566	566 (4*) (5**)	20	3	$8.2 \cdot 10^{12}$	[16, 59, 60]
IX	Сахалин	4			6.2–12.1 4.0–7.0*	158	158 (12*) (2**)	12	4	$1.5 \cdot 10^{15}$	[17, 61, 62]
X	Курило-Охотский регион	3			3.3–7.0*	453	453 (101*) (18**)	359	40	$6.5 \cdot 10^{15}$	[18, 63–65]
XI	Камчатка и Командорские острова	4	32		3.8–14.8	5533	914 (175*) (32**)	99	22	$7.4 \cdot 10^{14}$	[20, 66, 67]
XII	Северо-Восток России		12		5.6–11.5	330	330	4		$9.0 \cdot 10^{11}$	[21, 68]
XIII	Якутия		17		5.6–12.5	276	149	13		$6.4 \cdot 10^{12}$	[22, 69]
XIV	Восточно-Европейская платформа:		14					3	3		[70–72]
	Север Русской плиты		4								[27]
	Восточная часть Балтийского щита	1	5	1	2.4–8.9	21	21			$3.0 \cdot 10^8$	[7, 73]
	Беларусь		4		4.7–8.5	56	56			$8.5 \cdot 10^8$	[8, 74]
XV	Арктика				3.3–5.5*	36	36	11	6	$1.1 \cdot 10^{12}$	[75, 76, 77]
	Антарктика	1	1		6.0–7.0*	114	114				[78]
	Всего	161	240	10		23341	9705	1009	316	$2.08 \cdot 10^{16}$	

Примечание. В графе 6 знаком \* отмечены случаи замены диапазона классов  $K$  на диапазон магнитуд  $MLH$  – для Курил,  $MSH$  – для глубоких землетрясений Сахалина,  $m_b$  – для Арктики,  $MPSP$  – для Антарктиды; в графе 7 число землетрясений Дагестана дано в скобках, т.к. оно включено целиком в число землетрясений Северного Кавказа; в графе 9 знаками \* и \*\* отмечены числа землетрясений с  $h = 70–350$  км и  $>350$  км соответственно; ЗСЕ – сборник «Землетрясения Северной Евразии».

В графе 7 приведены сведения о суммарном числе локализованных землетрясений, указанных в соответствующих обзорах. Например, в Крыму – 50 с  $K_{II}=4.8–10.6$  [10], на Алтае – 2954 с  $K_p=3.6–12.6$  [14], в Прибайкалье и Забайкалье всего локализовано 6017 землетрясений с  $K_p=4.6–13.5$  [15], на Камчатке – 5533 с  $K_S=3.8–14.8$  [20]. Но в присланных в редколлегию каталогах все локализованные в 2004 г. землетрясения помещены только в каталогах Восточной части Балтийского щита [73], Беларуси [74], Крыма [38], Северного Кавказа [45], Северо-Востока России [68]. Остальные каталоги содержат только более сильные землетрясения, а потому с меньшими числами, отраженными в следующей графе (8), которая показывает чис-



ло землетрясений в каталогах наст. сб (ЗСЕ). Например, каталог Прибайкалья содержит 734 землетрясения с  $K_p=7.6-13.5$  [57], Камчатки – 914 с  $K_s=8.6-14.8$  [66], Алтая – 606 с  $K_s=7.6-14.8$  [56].

Особая ситуация в регионе III–Кавказ. Он представлен четырьмя территориями: Северный Кавказ России и три республики – Азербайджан, Армения, Грузия. Для них в графе 7 указано число землетрясений в присланных оригиналах каталогов: в Азербайджане – 664 с  $K_p=4.2-11.3$  [79], в Армении – 566 с  $K_p=4.0-14.0$  [80], в Грузии – 321 с  $K_p=5.3-10.9$  [43]. Однако, например, в оригинал каталога Армении нередко включены землетрясения, локализованные в Ставропольском крае, Дагестане и даже в Каспийском море. Конечно, такие эпицентры из каталога Армении целесообразно исключить. По этому вопросу в Сборнике 1993 г. [81] было принято решение удалять из присланных оригиналов каталогов те землетрясения, которые расположены от «своих» границ далее 30 км в пределах стран СНГ, оставляя, однако, все землетрясения, локализованные в Иране и Турции. В результате в публикуемых каталогах землетрясений Азербайджана и Армении число землетрясений уменьшилось и равно 621 [39] и 478 [41] соответственно. Из оригинала каталога Грузии, содержащем 321 землетрясение [43], удалены по такому же принципу 44 землетрясения, но добавлены пропущенные сейсмические события, локализованные на территории Грузии сетью Азербайджана (14), Армении (35), Северного Кавказа (29) и агентством TIF [5] в бюллетенях ISC (45). В итоге каталог землетрясений Грузии содержит 402 землетрясения [44].

Таким образом, в графе 8 табл. 1 дано суммарное количество землетрясений в каталогах наст. сб., помещенных на диске в «Приложении», общее число которых по всей Северной Евразии составило 9705. Кроме того, здесь же в скобках указаны в том числе данные о глубоководных землетрясениях с  $h=70-350$  км и с  $h>350$  км. Так, например, на Камчатке из 914 землетрясений в указанных интервалах глубин локализовано 175 и 32 землетрясения соответственно. Глубокие землетрясения произошли в 2004 г. в дальневосточной зоне Беньофа – в Приморье с  $h_{max}=547$  км [59], в прибрежье Сахалина с  $h_{max}=480$  км [61], в Курило-Охотском регионе с  $h_{max}=560$  км [63], на Камчатке с  $h_{max}=640$  км [66]. Очаги с промежуточной глубиной очага  $h=70-350$  км отмечены в районах Вранча с  $h_{max}=160$  км [35], на Северном Кавказе с  $h_{max}=146$  км [45] и в Гиндукуше с  $h_{max}=213$  км [53]. На остальной территории Северной Евразии значения  $h<70$  км.

В двух каталогах включены «взрывы» или «возможно, взрывы»: 103 – на Северном Кавказе [45], 163 – в Приморье и Приамурье [59]. Диаграмма распределения числа взрывов, коровых и глубоких землетрясений, помещенных в каталоги наст. сб., дана на рис. 3.

Новым элементом в табл. 1, по сравнению с [3], является графа 10, где указано число очагов с известными механизмами. Ниже изображена диаграмма в упорядоченном варианте (рис. 4).

Наибольшее ( $N=122$ ) число фокальных механизмов получено для землетрясений Средней Азии [51]. Особо отметим впервые публикуемый в Сборнике каталог механизмов очагов землетрясений Восточно-Европейской платформы [72]. Всего же в Сборнике механизм очагов представлен для 316 землетрясений (табл. 1).

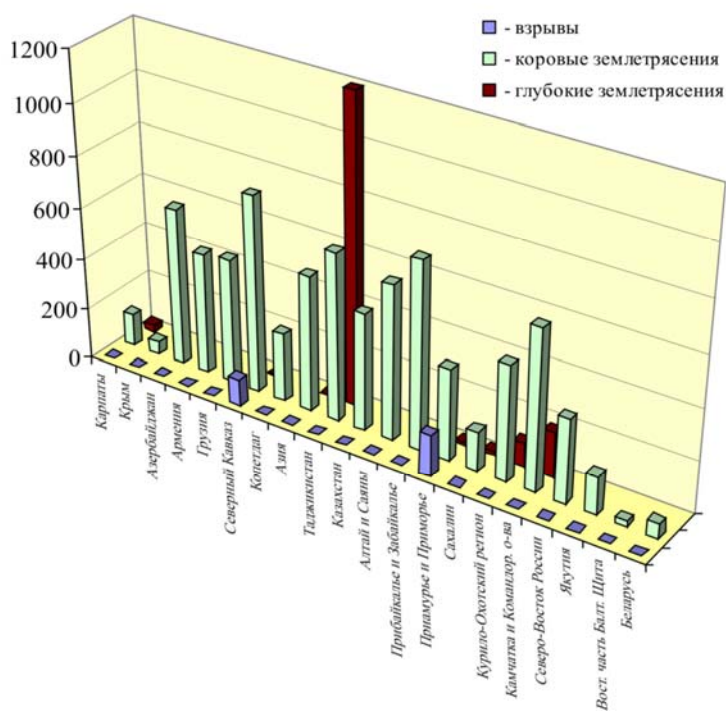


Рис. 3. Диаграмма распределения числа взрывов, коровых и глубоких землетрясений на разных территориях Северной Евразии

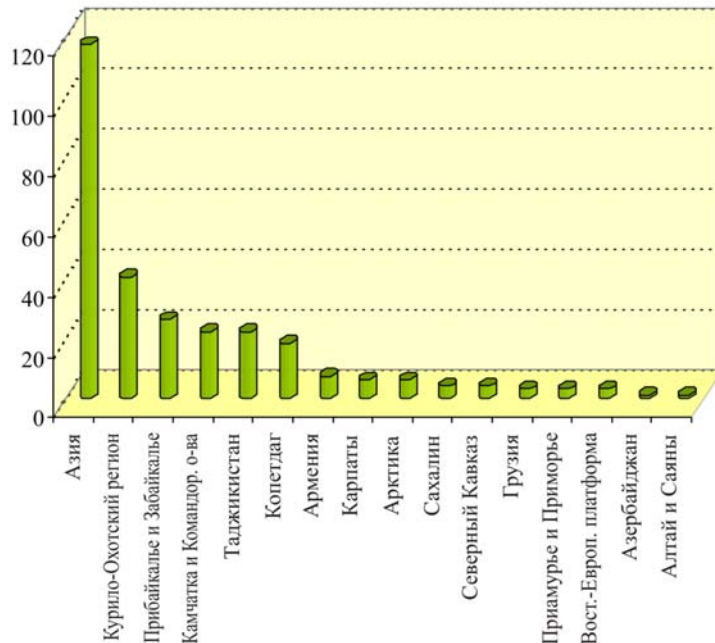


Рис. 4. Число очагов в разных регионах, для которых в 2004 г. определены механизмы

Для Копетдага – формула  $M=0.68K_p-3.8$  [84].

Для Крыма – формула  $M=0.55K_{II}-2.3$  [85], где  $K_{II}$  по [86].

Для Сахалина и Курило-Охотского региона – формула  $M=0.5K_C-0.6$  [87], где  $K_C$  по [87, 88].

Для Камчатки – формула  $M=0.92K_S-6.44$  [89], где  $K_S$  по [90].

Для Восточной части Балтийского щита – формула  $M=0.69K-3.64$ , где  $K$  по [91].

Для глубоких землетрясений с  $h \geq 70$  км в магнитуды  $M$  пересчитаны магнитуды  $MSH$  для Карпат по формуле  $M=1.52+0.84MSH$  [92], для Сахалина и Курил –  $M=-2.28+1.33MSH$  [88, 93, 94]. В Таджикистане для глубоких землетрясений используется та же формула Т.Г. Раутиан [82], что и для коровых землетрясений, но при этом энергетический класс  $K_p$  определяется по номограмме [83] с учетом не эпицентральных, а гипоцентральных расстояний [95]. Кроме того, магнитуда  $M$  принималась равной магнитуде  $M_s$  по сейсмической коде в Крыму [84], на Алтае [96] и Камчатке [97].

Суммарное число сильных землетрясений с магнитудой  $M \geq 3.6$  в 2004 г. составило  $N_{\Sigma}=1009$  (табл. 1), что ниже соответствующих оценок за предыдущие годы (в 2001 г. –  $N_{\Sigma}=1170$  [1], в 2002 г. –  $N_{\Sigma}=1071$  [2], в 2003 г. –  $N_{\Sigma}=1252$  [3]) в связи с затуханием больших афтершоковых серий. Минимальным в публикуемых каталогах Северной Евразии является землетрясение с  $K=2.4$ , записанное 4 мая в  $20^h34^m$  и локализованное на Кольском п-ве [73], максимальным – землетрясение 28 ноября в  $18^h32^m$  с  $M_w=7.0$  [5] вблизи о. Хоккайдо.

Пространственное распределение землетрясений с  $M \geq 3.6$  в 2004 г., приведенное на рис. 5, в общих чертах повторяет наблюдавшееся в предыдущие годы [1–3]. Наибольшая плотность эпицентров отмечается в пределах Тихоокеанского сейсмического пояса и традиционно высоко активна зона Памиро-Гиндукуша. Однако есть и различия.

Это прежде всего касается районов Арктики, моря Лаптевых и Центральной Якутии, которые в 2003 г. [3] были практически асейсмичными или низкоактивными, представленными землетрясениями с  $M \leq 4$ . В 2004 г. здесь четко обозначилась линейно вытянутая цепочка эпицентров большой протяженности вдоль подводного хр. Гаккеля с переходом в континентальные структуры, сформированная землетрясениями с  $M \geq 5$ , произошедшими 19 января с  $M=5.5$ , 20 июня с  $M=4.6$ , 25 июня с  $M=4.7$ , 28 июня с  $M=4.7$ , 17 июля с  $M=4.8$ , 14 октября с  $M=4.6$ , приведенными в табл. 2а. При этом первый из них возник ближе к середине цепочки, затем в июне – сразу три толчка, два – юго-восточнее (20 и 28 июня), один – северо-западнее (25 июня, т.е. в промежутке между первыми двумя). Последние два землетрясения (17 июля и 14 октября) локализовались вблизи нулевого меридиана (табл. 2 а).

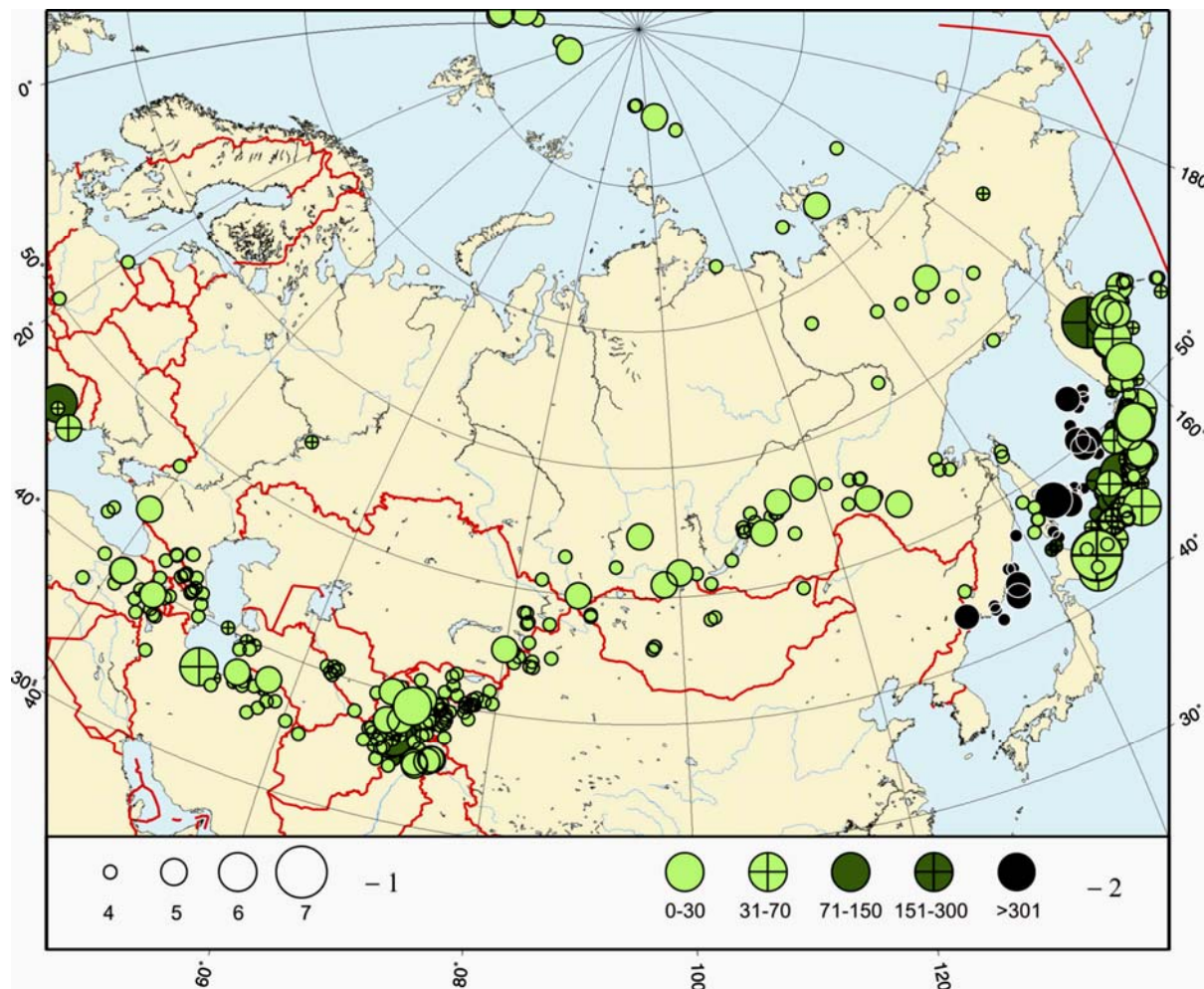


Рис. 5. Карта эпицентров землетрясений Северной Евразии с  $M \geq 3.6$  за 2004 г.

1 – магнитуда; 2 – глубина эпицентра, км.

Таблица 2 а. Землетрясения на севере Северной Евразии с  $M \geq 5$  в 2004 г.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	Магнитуды		Регион, территория
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E		$M_s$	$M_w$	
1	19.01.2004	07 22 49.8	84.55	105.50	10	5.1	5.5	Арктический бассейн [76]
2	20.06.2004	04 48 19.1	65.47	149.41		4.6		Якутия [69]
3	25.06.2004	15 49 16.9	85.55	20.87	10	3.7	4.7	Арктический бассейн [76]
4	28.06.2004	02 11 59.6	74.08	143.56		4.7		Якутия [69]
5	17.07.2004	00 59 37.3	83.00	-5.65	10	4.8		Арктический бассейн [76]
6	14.10.2004	10 17 44.2	81.63	-4.55	10		4.6	Арктический бассейн [76]

Особое внимание в 2004 г. привлекает сейсмическая активизация Восточно-Европейской платформы, проявившаяся Новодарьевским землетрясением 11 мая с  $M_w=3.8$  на юге платформы на границе Украины с Россией и двумя Калининградскими землетрясениями 21 сентября в  $11^{\text{h}}05^{\text{m}}$  и  $13^{\text{h}}32^{\text{m}}$  с  $M_w=4.6$  и  $4.7$  на западе России, чего ранее не наблюдалось.

Помимо упомянутого выше максимального по силе ( $M_w=7.0$ ) землетрясения и его наиболее сильного афтершока с  $M_w=6.8$  в Курило-Охотском регионе, следует отметить еще 22 заметных землетрясения (табл. 2 б). Из них прежде всего Тумрокское-II 10 июня с  $M_w=6.8$  на Камчатке, землетрясение 5 апреля с  $M_w=6.5$  в Гиндукуше, Чалусское 28 мая на юге Каспия с  $M_w=6.3$ , как и землетрясение 8 июля с  $M_w=6.3$  на Курилах, остальные – с меньшими магнитудами



$M_w=3.7-6.1$  (рис. 6), которые, однако, представляют интерес либо по положению очаговых зон, либо по макросейсмическим проявлениям. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений почти во всех регионах оценивался по шкале балльности MSK-64 [98], за исключением Курило-Охотского региона, где в ряде случаев использована шкала JMA [99], северо-восточных районов Прибайкалья, где применялись две дополнительные шкалы MMSK-92 [100], РШСИ [101]) и на территории юго-западной части Одесской области, где использовалась шкала MMSK-84 [102].

**Таблица 2 б.** Сильные землетрясения Северной Евразии с  $M_w=6.3-7.0$  и другие заметные землетрясения с  $M=3.7-6.1$  в 2004 г.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	Магнитуды		Регион, территория, название землетрясения
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E		$M_S$ по [3]	$M_w$ по [4]	
1	19.01.2004	23 50 53.8	51.89	100.15	10	4.1		Прибайкалье и Забайкалье – Тулгутунурское, $I_0=6$ [103]
2	08.02.2004	21 44 22.0	41.22	47.24	5	3.7		Азербайджан – Шекинский рой, $I_0=4-5$ [104]
3	05.04.2004	21 24 00	36.5	71.0	185*		6.5	Таджикистан – Гиндукушское с $K_p=15.9$ [26, 53]
4	11.04.2004	18 06 13	42.9	145	43*	5.7	6.1	Курило-Охотский регион [18, 63]
5	14.04.2004	01 54 08.4	55.16	162.97	57*	5.8	6.1	Камчатка [20, 66]
6	11.05.2004	01 37 12.1	48.13	39.51	11	3.8	3.8	Восточно-Европейская платформа – Новодарьевское, $I_0=5-6$ [70]
7	28.05.2004	12 38 42	36.68	51.12	29*	6.1	6.3	Копетдаг – Чалусское, $I_0=8$ [105]
8	30.05.2004	02 52 11.8	47.32	142.19	13*	4.8	4.9	Сахалин – Костромское, $I_0=5-6$ [106]
9	16.06.2003*	22 08 01.8	55.30	160.34	182*	6.2	6.9	Камчатка – Тумрокское-I, $I_0=6$ [107]
10	10.06.2004	15 19 54.9	55.68	160.25	191*		6.8	Камчатка – Тумрокское-II, $I_0=5-6$ [107]
11	28.06.2004	14 22 46.5	56.68	117.97	14*	4.2	5.1	Прибайкалье – Чарское, $I_0=6$ [108]
12	01.07.2004	22 30 07.5	39.76	44.15	18*	4.8	5.1	Армения – Игдырское, $I_0=6-7$ [109]
13	08.07.2004	10 30 48	46.9	151.8	130*		6.3	Курило-Охотский регион [18, 63]
14	10.08.2004	01 47 34	36.6	70.7	207*		6.0	Таджикистан – Гиндукушское с $K_p=14.5$ [26, 53]
15	21.09.2004	11 05 04.9	54.84	20.13	20*	4.1	4.6	Восточно-Европейская платформа – Калининградское-I, $I_0=6$ [71],
16	21.09.2004	13 32 31.0	54.86	20.15	24*	4.3	4.7	Восточно-Европейская платформа – Калининградское-II, $I_0=6-7$ [71]
17	27.09.2004	09 16 22.4	45.62	26.39	145*	4.6	4.8	Регион Карпаты – Карпатское 27.09, $I_0=4-5$ [110]
18	03.10.2004	09 02 05.5	45.16	28.92	8	4.8	4.8	Украина – Дунайское, $I_0=5-6$ [111]
19	27.10.2004	20 34 35.0	45.80	26.70	95*	5.8	5.8	Регион Карпаты – Карпатское 27.10, $I_0=6$ [112]
20	07.11.2004	02 02 25.5	48.01	144.60	475*		6.1	Сахалин [17, 61]
21	11.11.2004	10 02 44	42.00	144.60	41*	6.6	6.1	Курило-Охотский регион [18, 63]
22	15.11.2004	10 21 08.3	44.18	39.71	8*	4.6	4.5	Северный Кавказ – Пшехское, $I_0=5-6$ [113]
23	28.11.2004	18 32 14	43.10	145.30	43*	7.1	7.0	Курило-Охотский регион [18, 63]
24	06.12.2004	14 15 12	43.00	145.30	36*	7.0	6.8	Курило-Охотский регион [18, 63]

Примечание. Знаком \* отмечена глубина  $h$  по фазе  $pP$  из [5].

Для всех землетрясений из табл. 2 б приведены решения механизмов очагов (табл. 3).

Ниже описаны особенности реализации и проявлений отдельных групп заметных землетрясений в разных регионах и территориях Северной Евразии в порядке спада максимальных магнитуд.



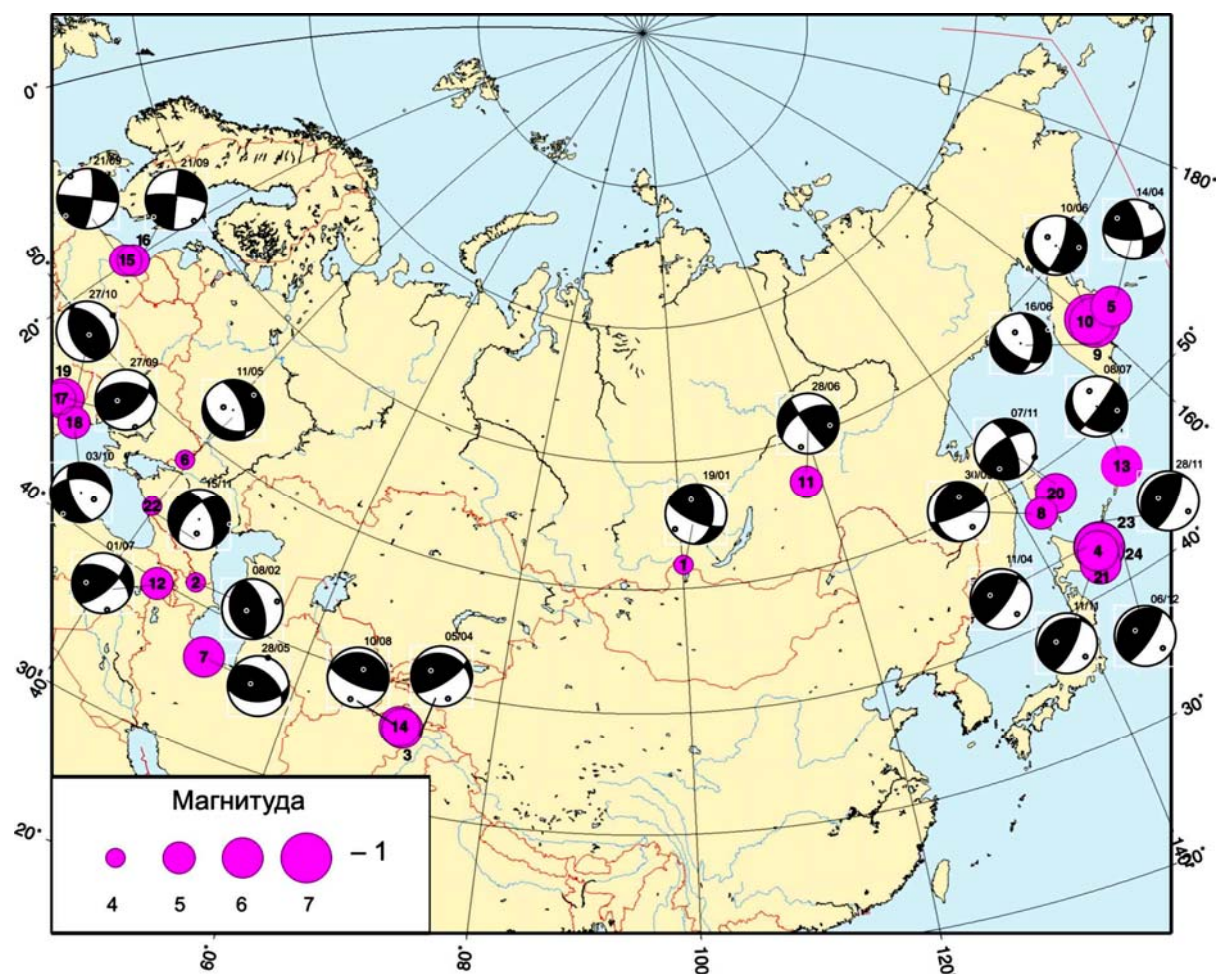


Рис. 6. Ощутимые землетрясения Северной Евразии в 2004 г. и стереограммы их очагов в проекции нижней полусферы по данным табл. 3

Максимальная магнитуда  $M_{\max}=7.0$  зарегистрирована в **Курило-Охотском регионе** для землетрясения (23, табл. 2 б, 3), произошедшего 28 ноября в Кунашир-Шикотанском районе. Эпицентр находился на юго-восточном побережье о. Хоккайдо, гипоцентр – на глубине  $h=59\pm 4$  км, макросейсмический эффект в России составил 4 балла в пос. Южно-Курильск ( $\Delta=118$  км), 3 балла – в пос. Малокурильское ( $\Delta=148$  км) и в г. Курильск ( $\Delta=317$  км) [18]. В Японии колебания ощущались на значительной территории о. Хонсю, включая столицу Токио. В табл. 2 б помещены два его ощутимых форшока (4, 21) равной магнитуды  $M_w=6.1$ . По данным [63], от первого из них сотрясения в Южно-Курильске (146 км) были в 4 балла, в Курильске (347 км) – 3 балла, от второго – 2 балла в Южно-Курильске (253 км).

Основной толчок (23) сопровождался афтершоками [114]. Максимальный из них (24) отмечен 6 декабря в  $14^{\text{h}}15^{\text{m}}$  на глубине  $h=55$  км с магнитудой  $MLH=MSH=M_w=6.8$  [63, 5]. Интенсивность сотрясений составила V баллов по шкале JMA [99] (или 8 баллов по шкале MSK-64 [98]) на территории Кусиро, Обихиро и восточного Хоккайдо. Зафиксирована волна цунами высотой 50 см на восточном побережье Хоккайдо [115]. В пос. Южно-Курильск ( $\Delta=120$  км) оно ощущалось с интенсивностью сотрясений  $I=4$  балла, в пос. Малокурильское ( $\Delta=160$  км) – 3 балла [18]. Механизмы очагов форшоков, главного толчка и афтершока (табл. 3, рис. 6) подобны: взбросы по крутопадающим плоскостям и надвиги – по пологим, с незначительными сдвиговыми компонентами. Все четыре землетрясения (4, 21, 23, 24) вызваны, по-видимому, землетрясением Токачи-Оки 25.09.2003 г. с  $MS=8.3$  [3], являясь его удаленными афтершоками.

Отметим в этом же регионе землетрясение (13) с  $M_w=6.3$  [5],  $MLH=5.9$ ,  $MSH=6.9$  [63], возникшее 8 июля в  $10^{\text{h}}30^{\text{m}}$ . Согласно NEIC [5], оно ощущалось с  $I=1$  (JMA) в Мисава на о. Хонсю и на восточном Хоккайдо. По данным [64], в его очаге по крутой ( $DP=84^\circ$ ) плоскости  $NPI$  про-

изошел сброс с компонентами левостороннего сдвига, а по пологой ( $DP=30^\circ$ ) плоскости  $NP2$  – правосторонний сдвиг с компонентами сброса (табл. 3, рис. 6).

**Таблица 3.** Механизм очагов заметных землетрясений 2004 г. по региональным и мировым данным

№	Агент-ство	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	$MS$	$M_w$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Ис-точ-ник
							$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$			
							$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	BYKL	19.01	23 50 53.8	10	4.1		48	342	37	130	16	233	4	44	152	115	71	50	[58]
2	Азерб.	08.02	21 44 22.0	11	4.6		252	6	6	174	15	72	162	29	89	358	60	98	[104]
3	HRVD	05.04	21 24 00	185		6.5	57	299	21	65	24	164	290	28	139	58	72	68	[5]
4	SKHL	11.04	18 06 13	43	5.7	6.1	59	288	11	37	29	133	250	19	124	34	74	79	[62]
5	KRSC	14.04	01 54 08.4	57	5.8	6.1	34	304	55	135	5	38	346	70	151	87	62	22	[67]
6	OBN	11.05	01 37 12.1	11	3.8	3.8	17	54	20	150	62	287	116	33	-129	340	65	-67	[72]
7	KOP	28.05	12 38 42	29	6.1	6.3	69	286	21	110	1	19	89	48	61	308	50	118	[49]
8	SKHL	30.05	02 52 11.8	13	4.8	4.9	50	3	22	243	31	139	67	80	113	181	25	25	[62]
9*	KRSC	16.06	22 08 01.8	182	6.2	6.9	0	63	33	153	57	333	2	54	-47	125	54	-133	[116]
10	KRSC	10.06	15 19 54.9	191		6.8	26	95	19	194	58	316	20	73	-70	150	26	-138	[67]
11	BYKL	28.06	14 22 46.5	14	4.2	5.1	29	95	54	316	20	196	144	84	144	238	54	7	[58]
12	APM	01.07	22 30 07.5	18	4.8	5.1	46	273	42	70	12	171	300	50	152	50	69	44	[42]
13	SKHL	08.07	10 30 48	130		6.3	32	102	30	213	43	335	36	84	-60	137	30	-168	[62]
14	HRVD	10.08	01 47 34	207		6.0	64	33	5	292	25	199	277	20	74	114	71	96	[5]
15	OBN	21.09	11 05 04.9	20	4.1	4.6	9	231	78	92	8	323	7	78	1	277	89	168	[72]
16	OBN	21.09	13 32 31.0	24	4.3	4.7	8	233	78	2	9	141	186	89	-12	277	78	-179	[72]
17	КАПИ	27.09	09 16 22.4	145	4.6	4.8	68	262	23	70	6	162	274	44	123	52	56	62	[36]
18	КАПИ	03.10	09 02 05.5	8	4.8	4.8	6	224	40	320	48	120	159	64	-46	94	50	-148	[36]
19	КАПИ	27.10	20 34 35.0	95	5.8	5.8	81	147	10	328	1	237	317	46	75	157	46	104	[36]
20	SKHL	07.11	02 02 25.5	475		6.1	33	196	57	15	0	105	235	67	155	336	67	25	[62]
21	SKHL	11.11	10 02 44	41	6.6	6.1	61	277	12	29	26	125	241	22	123	25	72	77	[62]
22	OBN	15.11	10 21 08.3	8	4.6	4.5	0	99	39	9	51	189	337	57	-139	222	57	-41	[46]
23	SKHL	28.11	18 32 14	43	7.1	7.0	63	285	6	26	27	119	223	19	108	24	72	84	[62]
24	SKHL	06.12	14 15 12	36	7.0	6.8	59	299	3	33	31	125	223	15	100	33	76	87	[62]

Примечание. В графе 1 знаком \* отмечено Тумрокское-I землетрясение 2003 г.; глубина  $h$  в графе 5 соответствует данным агентства, указанного в графе 2.

На Камчатке представляют интерес землетрясения (5, 9, 10) с  $M_w=6.1$ , 6.9 и 6.8 соответственно (табл. 2б).

Первое с  $M_w=6.1$  зарегистрировано 14 апреля в 01<sup>h</sup>54<sup>m</sup> с  $h=48$  км и возглавляет рой в Камчатском заливе. В его очаге подвижки по обеим нодальным плоскостям представлены взбросом с правосторонним сдвигом по плоскости  $NP1$  и левосторонним – по  $NP2$  [67]. Это землетрясение ощущалось с интенсивностью до 4 баллов на побережье Камчатки в таких населенных пунктах, как Мыс Африка ( $\Delta=114$  км), Усть-Камчатск (122 км), Крутоберегово (124 км), Ключи (185 км), Никольское (192 км) [66]. Толчки различной величины продолжались в заливе до конца 2004 г., составив в сумме 269 землетрясений с  $K_S>5.7$  [20].

Сильные Тумрокские землетрясения с  $M_w=6.9$  и 6.8 произошли с промежутком в один год – 16 июня 2003 г. и 10 июня 2004 г. на глубине 191 и 182 км соответственно [107]. Их очаговые области вместе с афтершоками близки, но без взаимного перекрытия. Механизмы очагов подобны (табл. 3, рис. 6) – сброс с элементами левостороннего сдвига по плоскости, ориентированной в субмеридиональном направлении. Характерной особенностью Тумрокских землетрясений является несовпадение области максимальных сотрясений с эпицентрами: сотрясения до 6 баллов зафиксированы на восточном побережье Камчатки при  $\Delta\geq 89$  км, 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 ( $\Delta \leq 100$  км в западном направлении от эпицентра), оба землетрясения не ощущались совсем [107].

Как указано в [107], похожая картина в распределении интенсивности сотрясений от глубоких землетрясений, происходящих внутри Тихоокеанской плиты, имеет место в Северной Японии. По мнению авторов [107], 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. Однако подобные несоответствия часто наблюдаются в Таджикистане в области промежуточных по глубине ( $h=70-270$  км) землетрясений Памиро-Гиндукуша, когда в более удаленном Душанбе интенсивность сотрясений на 1–2 балла превышает таковую в близком Хороге. Кстати, для землетрясения (14) из табл. 2 б одна и та же балльность 3–4 балла зафиксирована в гг. Хороге и Ташкенте, при расстояниях 127 и 529 км соответственно. По мнению О.В. Соболевой [117], основная причина кроется в ориентации nodальных плоскостей относительно земной поверхности, когда из-за больших глубин максимальные излучения проецируются из очага в районы вне эпицентра.

В **Таджикистане** максимальная магнитуда  $M_w=6.5$  зафиксирована для глубокого ( $h=185$  км) землетрясения (3) у южных границ Таджикистана [26], в Афганистане. Оно ощущалось в Душанбе (300 км) с интенсивностью 4–5 баллов [53]. Определенная в [4] магнитуда по поверхностным волнам составила  $M_S=5.8$ , т.е. на 0.7 меньше значения моментной магнитуды, более точно характеризующей магнитуды как коровых, так и глубоких землетрясений, что подтверждает, в частности, принятую при создании Нового каталога [118] приближенную поправку «+0.8» к значениям  $M_S$  для глубоких землетрясений Памиро-Гиндукуша. По данным NEIC [5], в Афганистане погибли, по меньшей мере, 1 человек в районе Шаре-Бозорг и два – в Кабуле; в Пакистане 5 человек ранены. Землетрясение ощущалось в Лахоре и Исламабаде (Пакистан), Шринагаре, Кашмире, Дели, Гурагоне (Индия). Согласно [4], интенсивность сотрясений составила  $I=3-4$  балла в Термезе (342 км), 2–3 балла – в Фергане (434 км), Андижане (488 км), Намангане (501 км) и Ташкенте (548 км).

Очень интересная деталь в реализации этого землетрясения выявлена в HRVD [5]: на цифровых записях широкополосных станций видно, что главный толчок (3) сдвоенный: первый, более слабый, зарегистрирован в  $21^{\text{h}}24^{\text{m}}04.0^{\text{s}}$ , второй, с большей энергией, возник всего через  $2^{\text{s}}$ . Напомним, что таким же сложным было сильнейшее ( $M_w=7.3$ ) Гиндукушское землетрясение 03.03.2002 г. [119], хотя тогда разница во времени между двумя толчками составила около  $10^{\text{s}}$ . Решение механизма очага, по данным HRVD, относится только к первому, более слабому толчку. Очаг реализовался в условиях преобладания сжимающих напряжений, ориентированных на юг (табл. 3, рис. 6). Тип подвижки – взброс с компонентами сдвига по крутопадающей ( $DP=72^\circ$ ) плоскости  $NP2$  и правосторонний сдвиг с небольшой составляющей надвига по пологой ( $DP=282^\circ$ ) плоскости  $NP1$  [54].

Второе землетрясение (14) с  $M_w=6.0$  зарегистрировано в Гиндукуше 10 августа на глубине  $h=207$  км [53]. По данным NEIC [5], по меньшей мере, 2 человека ранены в Маншера (Пакистан), землетрясение ощущалось в Балхе, Кабуле, Кундузе и Тахаре (Афганистан), также ощущалось в Читрале, Исламабаде, Лахоре, Пешаваре, Равалпинди и Суате (Пакистан); Гургаоне (Индия); Ашхабаде (Туркменистан). Согласно [53], интенсивность сотрясений составила 4–5 баллов в Душанбе (275 км), 3–4 балла – в Хороге (125 км). По данным [4], в Ташкенте (529 км) – 3–4 балла, в Чимкенте (639 км) – 2 балла. Очаг реализовался в условиях преобладания сжимающих напряжений (табл. 3), в результате произошла подвижка типа взброс по крутопадающей плоскости  $NP2$  ( $DP=71^\circ$ ) и надвиг с компонентами левостороннего сдвига по пологой плоскости  $NP2$  (рис. 6).

В **Копетдаге** значение  $M_{\text{max}}=6.3$  приписано Чалусскому землетрясению (7), произошедшему на южном побережье Каспийского моря, на одном из участков Хазарского разлома [105]. Оно было записано на 1345 станциях мировой сети и ощущалось на большей части территории центрального и северного Ирана. Сообщалось о 35 погибших и 400 раненых в провинциях Казвин и Мазандаран, об оползнях на дороге Тегеран–Чалус, вызвавших несколько смертельных случаев; в самом Тегеране повреждения были незначительные [5]. По данным ГС РАН [4], землетрясение ощущалось в Азербайджане (Ленкорань – 3–4 балла; Баку – 2–3 балла) и Дагестане

(Махачкала – 2 балла). Землетрясение сопровождалось афтершоками, общее число которых равно  $N=67$  [120].

Согласно материалам Карты сейсмотектоники Ирана [121] эпицентр главного толчка и овальное в плане облако эпицентров афтершоков располагаются в зоне Хазарского разлома. М. Берберян (автор этой карты) относит разлом к типу крутых взбросов с углами падения плоскости сместителя  $36\text{--}90^\circ$ . Падение поверхности разлома на юго-юго-запад. Взброшенным является южное крыло. Такие параметры разлома хорошо увязываются с решением фокального механизма для главного толчка. Разлом нарушает коренные толщи триас-юрского возраста. В зоне Хазарского разлома и на его северном крыле – уже на равнинной территории Южно-Каспийского осадочного бассейна – известно четыре исторических (до 1900 г.) разрушительных землетрясения [122]. Их эпицентры расположены в основном к востоку от эпицентральной области Чалусского землетрясения 2004 г. Имеется также несколько эпицентров инструментально зарегистрированных умеренных сейсмических событий ( $M=5\text{--}6$ ) как мелкофокусных ( $h=0\text{--}33$  км), так и более глубоких ( $h=34\text{--}99$  км).

На Сахалине с  $M_{\max}=6.1$  реализовалось глубокое ( $h=478\pm 12$  км [61]) землетрясение (20), произошедшее 7 ноября и ощущавшееся в Японии с интенсивностью II балла по шкале [99] или 3–4 балла по шкале [98]. Для него определен механизм очага [62], который представляет собой сдвиг. Одна из возможных плоскостей разрыва имела юго-западное простирание с крутым падением ( $DP=67^\circ$ ) на северо-запад, вторая – северо-западное простирание и такое же крутое падение на северо-восток.

Однако более заметным оказалось землетрясение (8) с  $MLH=4.8$  [61], названное Костромским [106]. Оно возникло в прибрежной части о. Сахалин, со стороны Татарского пролива. Его очаг располагался в верхней части земной коры ( $h=15\pm 3$  км) и поэтому, несмотря на небольшую магнитуду, оно ощущалось жителями 77 населенных пунктов юга Сахалина, включая областную центр. Максимум макросейсмического воздействия пришелся на поселки Костромское и Пионеры, где интенсивность сотрясений достигала  $I=5\text{--}6$  баллов. Авторы [106] отмечают завышение интенсивности сотрясений вдоль западного побережья острова, особенно к югу от эпицентра, и занижение – в центральной части южного Сахалина, что, возможно, является следствием экранирующего действия зоны Центрально-Сахалинского разлома, проходящего вдоль восточных склонов Западно-Сахалинских гор. Согласно [62], Костромское землетрясение произошло под действием преобладающих напряжений сжатия, ориентированных в юго-восточном направлении. Одна из нодальных плоскостей разрыва ( $NP1$ ) имеет северо-восточное простирание и крутое падение на юго-восток (правосторонний сдвиг). При этом юго-восточное крыло разрыва поднялось и сдвинулось на юго-запад. Вторая возможная плоскость разрыва ( $NP2$ ) имеет юго-восточное простирание и падает довольно полого к горизонту на запад. В результате западное крыло разрыва приподнялось и сдвинулось на юг. Подвижка в очаге главного толчка представляла собой взброс со сдвиговой составляющей. Левосторонняя подвижка осуществлялась вдоль плоскости  $NP2$  [106].

В эпицентральной области Костромского землетрясения в ходе проведенных ранее сейсмотектонических исследований выявлены основные активные разломы [123, 124]. В основном это сброс и соседствующий с ним с востока взброс, ориентированные в север-северо-западном (первый) или северо-западном (второй) направлении. Ранее эти разломы контролировали редкие сейсмические проявления. Из двух нодальных плоскостей в качестве действующей следует выбрать вторую плоскость разрыва ( $NP2$ ), которая имеет юго-восточное простирание и падает довольно полого к горизонту на северо-запад. Альтернативная плоскость не находит в данных о региональной разрывной тектонике подходящего разлома северо-восточного простирания и поэтому не должна приниматься в расчет. О пологом падении действующей плоскости в очаге по взбросо-надвиговой поверхности сместителя разлома говорит также близкая к изометричной, овальная в плане, форма облака эпицентров афтершоков. При этом длинная ось овала имеет северо-западное простирание [106].

В Карпатском регионе 27 октября 2004 г. произошло землетрясение (19) с  $K_p=15.4$ ,  $M_w=5.8$ ,  $I_0=6$ , ощутимое на Украине и в Республике Молдова [112]. Гипоцентр сейсмического события располагался в верхней мантии на глубине  $h=112.8\pm 1.9$  км. Это подкоровое землетрясение возникло в зоне глубокофокусных очагов Вранча. В целом эта сейсмическая зона располагается под складчато-покровной дугой Восточных Карпат. Однако при такой глубине очагов



обнаружить какие-либо связи смещений на глубине с приповерхностными структурами горного сооружения невозможно. Представляется реальным только констатировать, что одна из нодальных плоскостей, установленных при решении фокального механизма, во всех вариантах модели, кроме решения Института геофизики и геологии АН Молдовы (MOLD) [112], в целом крутая и ориентирована параллельно простиранию Карпатской горно-складчатой дуги – с юго-запада на северо-восток. Смещение в очаге по этой плоскости представляло собой крутопадающий взброс северо-западного крыла с небольшой сдвиговой составляющей. Такие очаги являются вполне типичными для сейсмической зоны Вранча. В решении MOLD возможные нодальные плоскости имеют диагональное (северо-западное–юго-восточное) простирание и наклонены к горизонту под углом  $DP=46^\circ$ . Ось сжатия горизонтальна ( $PL=1^\circ$ ). Характер подвижки – взброс по обеим плоскостям с небольшой сдвиговой компонентой. Выбрать из двух вариантов тот, который соответствует реальной действующей плоскости в очаге, на основании имеющихся данных не представляется возможным.

В то же время по материалам изучения сейсмических воздействий на поверхности, опубликованным в работе [125], направление простирания длинных осей высших изосейст, при в целом неправильной, извилистой их форме в плане, указывает на ориентировку очага в север–северо-западном направлении. Инструментально определенная (расчетная из сведений об ускорениях) интенсивность в эпицентре составляет 6.5 MSK. Примерно такую же интенсивность удалось констатировать из данных интернет-опроса Геологической службы США. Максимальные горизонтальные ускорения грунта были зарегистрированы в деревне Сису возле г. Плоешти на расстоянии около 100 км от эпицентра и составили  $265 \text{ см/с}^2$ . По данным ряда сейсмических станций удалось построить изолинии пиковых ускорений (по двум горизонтальным компонентам). В целом эти изолинии также имеют неправильную овальную форму. Длинная ось «овала» простирается в север–северо-восточном направлении, что говорит, по-видимому, о такой же ориентировке главной действующей плоскости в очаге. Таким образом, согласно этим данным, подвижка в очаге представляла собой взброс по крутой плоскости северо-восточного простирания; взброшено северо-западное крыло. По-видимому, имелась небольшая сдвиговая составляющая.

Не исключено, что это землетрясение было спровоцировано более слабым толчком (17) 27 сентября с  $M_w=4.8$  из нижних горизонтов ( $h=145 \text{ км}$ ) зоны Вранча [110]. Сотрясениями от него была охвачена южная половина территории Республики Молдовы. В четырех пунктах, в том числе гг. Кагул, Леово интенсивность сотрясений составила 4–5 баллов, изолиния в 4 балла охватывает юго-западную часть страны.

Обе нодальные плоскости, установленные при решении фокального механизма, не имеют прямой связи с поверхностными геологическими структурами, но практически во всех вариантах модели они довольно крутые и ориентированы параллельно простиранию Карпатской горно-складчатой дуги – с юго-запада на северо-восток. Смещение в очаге, по-видимому, произошло по той действующей плоскости северо-восточного простирания, которая демонстрирует собой крутопадающий взброс северо-западного крыла. Такие очаги являются вполне типичными для сейсмической зоны Вранча.

По видимому, сентябрьское землетрясение было форшоком более сильного толчка 27 октября. В этом случае сходство положения действующей плоскости в недрах и характера подвижки у обоих толчков вполне объяснимо.

Землетрясение (18) произошло 3 октября в дельте р. Дунай (Георгиевское устье), вызвавшее в украинском г. Измаил колебания интенсивностью 5 баллов. Оно ощущалось к северу от очага до центральных районов Молдовы. Очаг землетрясения 3 октября находился в земной коре ( $h=10 \text{ км}$ ). Положение очага Дунайского землетрясения можно увязать с погребенным под недеформированными неоген-четвертичными толщами осадочного чехла и позднеплейстоценово-голоценовым аллювием дельты Дуная Нижнедунайским сбросом северо-западного простирания [126, 127]. Разлом трассируется вдоль северо-восточной границы поднятия Северной Добруджи, сложенного смятыми в складки терригенно-карбонатными отложениями герцинско-киммерийского складчатого комплекса и отделяет это поднятие от расположенной северо-восточнее Скифской молодой плиты с палеозойским и, возможно, более древним фундаментом. Вдоль разлома проходит также юго-западная граница распространения юрских отложений

Скифской плиты. Таким образом, несмотря на скрытый характер, разлом имеет высокий тектонический ранг межплитного нарушения. В районе дельты Дуная разлом трассируется под одной из крупнейших проток – Георгиевским устьем.

Положение Нижнедунайского разлома и его морфокинематика хорошо согласуются с результатами решения фокального механизма очага. Обе плоскости во всех решениях ориентированы с юго-востока на северо-запад, а характер подвижки – сброс, возможно, со сдвиговой составляющей. Из двух нодальных плоскостей в качестве действующей в очаге, следует выбрать ту, которая погружается в северо-восточном направлении.

На **Кавказе** значение  $M_{\max}=5.1$  характеризует главный толчок (12) 1 июля из группы ощутимых землетрясений вблизи государственной границы Республики Армения с Турцией, на густо заселенной территории с многочисленными населенными пунктами, а также объектами важного значения, как, например, АЭС и столица Армении г. Ереван [109]. Его эпицентр локализован на территории Турции вблизи гг. Игдыр и Догубаязит. Макросейсмическое обследование землетрясения выявило, что сотрясениями была охвачена большая площадь ( $S=63900 \text{ км}^2$ ) в связи с заглубленным положением ( $h=25 \text{ км}$ ) очага. Землетрясение произошло ночью, что вызвало панику среди населения в приграничной с Турцией территории Армении, находящейся вблизи эпицентра. По данным турецких исследователей, при этом землетрясении наибольшие повреждения получили на территории Турции село Йегинсал, где погибли 17 и ранено 35 человек, и 15 других деревень в эпицентральной области. Много домов было разрушено из-за непрочной конструкции традиционных застроек: 300 – полностью, 200 – в средней степени, 500 – повреждены слабо. Землетрясение ощущалось на расстоянии до 200 км. Сейсмическое событие возникло под действием превалирующих сжимающих напряжений, ориентированных с юга на север. Интенсивность сотрясений в эпицентре составила  $I_0=6-7$  баллов.

Очаговая область Игдыр-Догубаязитских землетрясений июля 2004 г. тяготеет к вулканической провинции Большого Арарата. Эпицентры главного толчка и сильнейших из афтершоков располагаются на западном склоне горы Большой Арарат и концентрируются в пределах некомпактного поля неправильной овальной формы, причем длинная ось овального облака эпицентров ориентирована в запад–северо-западном направлении (рис. 7). С юга поле эпицентров форшоков, главного толчка и афтершоков обрамляется известным активным разломом Балыкгель, разделяющегося в данном месте на северную и южную ветви. По материалам сейсмо-тектонических исследований [128, 129], эта система разломов имеет в эпицентральной зоне на отдельных отрезках запад–северо-западное или северо-западное простирание. Разлом демонстрирует позднеплейстоцен-голоценовую геологическую активность со средней скоростью смещений от 1 до 5 мм/год, по морфологии представляет собой правосторонний сдвиг-взброс, у которого приподнято северо-восточное (на отдельных участках – юго-западное) крыло. С севера эпицентральной область землетрясения обрамляет другая система активных разломов – Сардарарат-Нахичеванская, имеющая близширотное простирание. Эта зона образована двумя разрывными нарушениями, одно из которых – западное – кулисообразно подставляет восточный сегмент. Активность разломов этой системы не так велика. В позднем плейстоцене и голоцене средняя скорость смещений по ним не превышала 1 мм/год. По морфологии разломы системы представляют собой правосторонние сбросо-сдвиги с приподнятым северным крылом.

Согласно имеющимся сведениям по решению фокального механизма [42], землетрясение 1 июля возникло под действием превалирующих сжимающих напряжений, ориентированных в меридиональном направлении. Тип движения по HRVD – сдвиг (правосторонний – по  $NP1$ , левосторонний – по  $NP2$ ) с компонентами взброса. Обе нодальные плоскости залегают достаточно круто ( $DP=45, 69^\circ$ ). Их простирания по HRVD для  $NP1$  северо-западное ( $STK=300^\circ$ ), для  $NP2$  – северо-восточное ( $STK=50^\circ$ ). Такие сведения о нодальных плоскостях, в сравнении с описанными характеристиками активных разломов системы Балыкгель и конфигурацией облака эпицентров форшоков, главного толчка и афтершоков, позволяют увязать очаг землетрясения именно с этим активным разломом и выбрать в качестве действующей плоскость  $NP1$  северо-западного простирания. Ее погружение на северо-восток под углом порядка  $45^\circ$  позволяет объяснить положение эпицентров, связанных с землетрясением толчков в основном к северу от зоны разломов Балыкгель. Характер долговременных смещений по разломам этой зоны хорошо соответствует кинематике смещений в очаге по указанной плоскости.

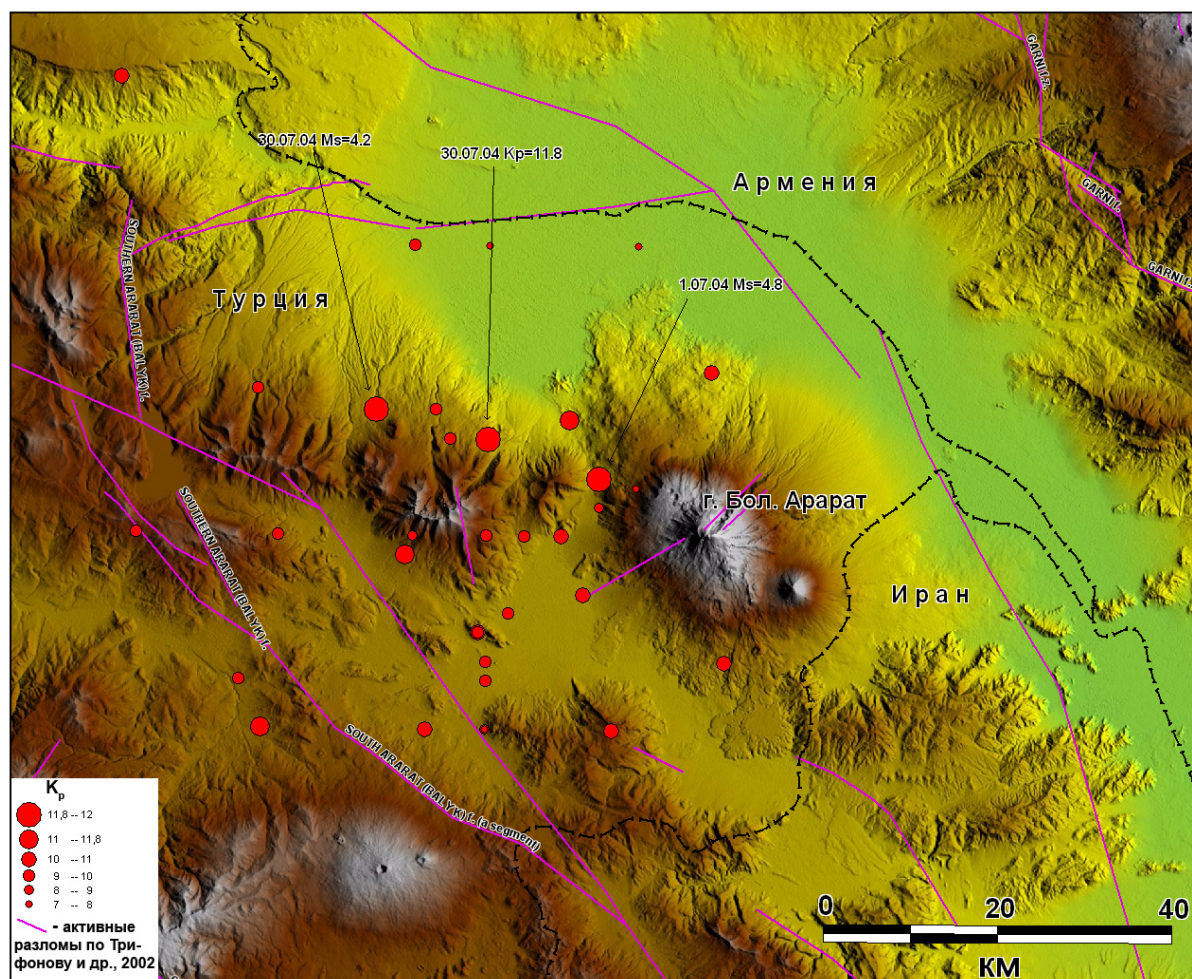


Рис. 7. Положение эпицентров форшоков, главного толчка и афтершоков Игдыр-Догубаязитских землетрясений на карте цифрового рельефа (составил А.Н. Овсученко)

Решения фокального механизма по данным других агентств – ZUR и MED – не позволяют найти в эпицентральной области подходящей геологической структуры, с которой бы удалось увязать очаги землетрясений 1 и 30 июля 2004 г. В первом случае обе плоскости имеют близширотное простирание ( $AZM=256$  и  $91^\circ$ ). Тип движения в решении ZUR – взброс по обеим плоскостям с компонентами сдвига (левостороннего – по  $NP1$ , правостороннего – по  $NP2$ ). Во втором случае тип движения по обеим плоскостям – сдвиго-сбросы (здвижки: правосторонний – по  $NP1$ , левосторонний – по  $NP2$  с компонентами сброса). Обе nodальные плоскости имеют крутое ( $DP=69$  и  $83^\circ$ ) падение. Плоскость  $NP1$  простирается на северо-запад ( $STK=322^\circ$ ), плоскость  $NP2$  – на юго-запад ( $STK=229^\circ$ ). Эти параметры очага не соответствуют ни одному из описанных выше разломов.

Имеются проблемы с увязкой инструментальных данных по локации эпицентров форшоков, главного толчка и афтершоков с сеймотектоническими материалами, с одной стороны, с результатами макросейсмического обследования – с другой. В то время, как длинная ось облака эпицентров сейсмических событий ориентирована в запад–северо-западном направлении, что хорошо согласуется с геологическими данными, такое положение облака не отвечает простиранию длинных осей изосейст высших баллов, которые ориентированы с юго-запада на северо-восток. В целом такое рассогласование основных проявлений землетрясения не может считаться чем-то из ряда вон выходящим. Оно довольно часто встречается в результатах изучения умеренных по силе сейсмических событий. Вероятно, в распределении на поверхности сотрясений разной интенсивности значительную роль играли местные грунтовые условия и особенности рельефа.

Кроме Игдырского землетрясения на Кавказе обследованы и описаны Шекинский рой (2) в Азербайджане с главным толчком 8 февраля с  $MS=3.7$  и Пшехское землетрясение (22) 15 ноября с  $M_w=4.5$ .

Шекинский рой реализовался с начала февраля до середины марта 2004 г. в районе Шеки, на юго-восточном погружении Большого Кавказа. Для наблюдения за роевым процессом с 10 февраля в эпицентральной зоне вокруг Шеки были установлены три временные передвижные станции «Айдынбулаг», «Дашагалы» и «Джума» [104], которыми было зарегистрировано 3240 роевых толчков. Эпицентральная область роя расположена восточнее г. Шеки и имеет форму эллипса с осями  $20 \times 40$  км. Его длинная ось вытянута с северо-запада на юго-восток, т.е. в общекавказском направлении. Плотность эпицентров была очень большой. Механизм очага определен по групповой методике Л.А. Мишариной [130]. Выявлено, что в очаге доминируют движения, при которых подвижки по падению встречаются чаще, чем по простиранию, и характеризуются как надвиг со взбросовой компонентой.

Очаговая область Шекинского сейсмического роя 2004 г. располагается на южном склоне Большого Кавказа в пределах Шеки-Шемахинской сейсмогенерирующей зоны. Здесь прослежены разрывные нарушения как общекавказского (запад–северо-западного) простирания, так и антикавказской (север–северо-восточной ориентировки). Часть из них показана на рис. 10 основной статьи [104]. Овальное в плане облако эпицентров роя землетрясений имеет в целом запад–северо-западное простирание длинной оси (рис. 7 в [104]), что позволяет увязать зону возникновения этих сейсмически событий с отрезком Вандамского разлома, характеризующегося на глубине крутым, а в близповерхностных слоях пологим падением под осевую зону мегаантиклинория Большого Кавказа. На разрезе (рис. 8 основной статьи [104]) видно, что все гипоцентры роя на глубине 8–15 км тяготеют к зоне этого разлома, установленной по геофизическим данным. Решения фокального механизма для сейсмических событий в северо-западной части облака эпицентров простирания имеют идентичный характер пространственного расположения осей напряжений – близгоризонтальная ориентация осей сжатия ( $PL_p=8-28^\circ$ ) и близвертикальная у осей растяжения ( $PL_t=50-74^\circ$ ). Плоскости разрыва в очагах землетрясений характеризуются в основном общекавказским запад–северо-западным простиранием и крутым падением с подвижками типа взброс (табл. 3, рис. 9 основной статьи [104]), что хорошо согласуется с направлением долговременных смещений по Вандамскому разлому.

В то же время юго-восточная часть облака толчков роя характеризуется скорее «антикавказской» север–северо-восточной ориентировкой цепочек эпицентров. Это позволяет увязать данную часть облака с поперечным разломом, пересекающим южный склон Большого Кавказа вкрест простирания. Интересно что согласно решению фокального механизма очагов двух наиболее юго-восточных толчков (рис. 10 основной статьи [104]), обе нодальные плоскости ориентированы либо в меридиональном, либо в северо-восточном направлении. В давней работе [131] на основании анализа морфологических неоднородностей складчатости было выявлено положение крупнейших поперечных нарушений Восточного Кавказа, разделяющих относительно приподнятые и опущенные блоки коры. При этом было выяснено, что эти «антикавказские» разломы контролируют проявления слабой сейсмичности с глубиной гипоцентров до 40 км, в то время как в разделяемых ими блоках гипоцентры обычно не достигают глубин более 15 км. Согласно этим данным, юго-восточная часть эпицентрального облака роя тяготеет к зоне Фийчайского поперечного разлома, разделяющего Закатало-Шекинский и Варташенский поперечные блоки, а в качестве действующих плоскостей в очагах двух наиболее сильных толчков можно рассматривать плоскости, ориентированные с юго-запада на северо-восток (рис. 9–10 в [104]).

Пшехское землетрясение (22) произошло 15 ноября. Эпицентр располагался между гг. Сочи и Майкоп. Толчок имел  $M_w=4.5$  и ощущался на обширной территории Краснодарского края, а также в Ставрополе (2–3 балла) [113]. Пшехское землетрясение произошло в сейсмоактивной области Северо-Западного Кавказа. Очаг по положению эпицентра тяготеет к зоне новейшего Пшехско-Адлерского поперечного разлома север–северо-западного простирания. Все проявления очага (решение фокального механизма, конфигурация изосейст) свидетельствуют о реальности такой его сейсмотектонической приуроченности. Из двух нодальных плоскостей [46] в качестве действующей следует выбрать ту, которая имеет довольно крутое падение ( $NPI; DP_1=57^\circ$ ) и север–северо-западное простирание ( $STK=337^\circ$ ), тип движения по этой плоскости – правосторонний сдвиг-сброс. Такая кинематика полностью соответствует характеру



современных смещений по Пшехско-Адлерскому разлому. Ориентировка длинной оси изосейст 3–4 баллов в север–северо-восточном, а не в север–северо-западном направлении обусловлена, по-видимому, тем, что макросейсмические сведения в эпицентральной области отсутствуют. А в дальней зоне для корректного проведения изосейст мала плотность пунктов макросейсмического обследования.

В Прибайкалье и Забайкалье уровень  $M_{\max}=5.1$  зарегистрирован 28 июня для Чарского-III землетрясения (11 на рис. 6) [108], произошедшего на северо-восточном фланге Байкальской рифтовой зоны. Оно предварялось за час до основного толчка одним слабым форшоком и сопровождалось афтершоками, длившимися до конца 2004 г. С максимальной интенсивностью  $I=5$  баллов землетрясение проявилось в наиболее близких к эпицентру пунктах Чара и Новая Чара [108]. Очаг Чарского-III землетрясения приурочен к южному разломному обрамлению Чарской рифтовой впадины, сформированной на северо-восточном фланге Байкальской рифтовой зоны (БРЗ). Здесь протягивается зона Ново-Чарского активного разлома восток–северо-восточного простирания, разграничивающая осевую, погруженную часть впадины, заполненную молодыми осадочными отложениями, и предгорное поднятие хр. Удокан, сложенное выступающими на поверхность кристаллическими сланцами архея. Этот активный разлом является сейсмогенерирующей структурой, определяющей сеймотектоническую ситуацию на южном обрамлении впадины. Для пограничных разрывных нарушений, обрамляющих впадины северо-восточного фланга БРЗ, характерна сбросо-левосдвиговая или взбросо-левосдвиговая кинематика сейсмогенных смещений. Это подтверждается, в частности, данными о решении фокальных механизмов землетрясений Чарской впадины, приведенными на рис. 4 статьи [108]. Кроме того, в эпицентральной зоне землетрясения прослежен поперечный дизъюнктив запад–северо-западного простирания, выраженный в рельефе в виде узкой депрессии. Для того чтобы выяснить, какой именно разлом является ответственным за размещение очага землетрясения 2004 г., составлена карта эпицентров его афтершоков (рис. 8). На карте видно, что облако эпицентров повторных толчков приурочено к зоне Ново-Чарского разлома и имеет в плане неправильную овальную форму. Длинная ось овала в целом, ориентированная с юго-запада на северо-восток, грубо соответствует простиранию этого разлома. В этом случае из двух альтернативных плоскостей решения фокального механизма главного толчка следует выбрать в качестве действующей ту, которая ориентирована в северо-восточном направлении. Смещения в очаге по этой достаточно крутой плоскости должны были носить взбросо-левосдвиговую кинематику, что вполне типично для разломов, обрамляющих впадины северо-восточного фланга БРЗ.

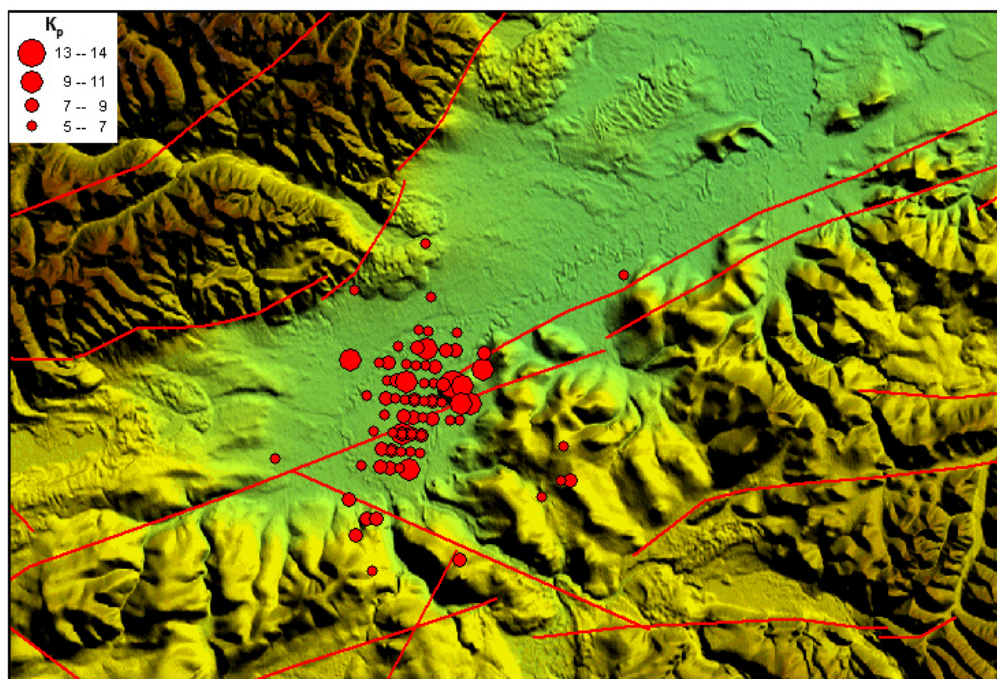


Рис. 8. Цифровая карта рельефа юго-западной части Чарской впадины (составлена А.Н. Овсяченко)

На рис. 8 красными линиями показаны активные разломы, красными кружками – эпицентры афтершоков Чарского-III землетрясения согласно табл. 2 статьи [108]. Видно, что облако афтершоков тяготеет к зоне Ново-Чарского активного разлома.

Тулгутунурское землетрясение 19 января (1) с  $MS=4.1$  локализовано на границе с Монголией, вблизи группы озер Тулгуту-Нур в пределах Окинского плоскогорья, где толчки такой энергии не регистрировались с 1980 г. [103]. Наибольшая интенсивность сотрясений составила  $I=5$  баллов на эпицентральных расстояниях 50–70 км. Оно предварялось одним форшоком и сопровождалось афтершоками ( $N_a=37$ ), продолжавшимися до середины февраля. В эпицентральной области землетрясения наблюдается сложный дизъюнктивный узел. Здесь сочленяются близшироотно ориентированный Байкало-Мондинский разлом и Хубсугулский сброс меридионального простирания [128]. Оба разлома можно признать активными на современном этапе. В позднем плейстоцене и голоцене (в последние 100 тыс. лет) они демонстрируют смещения со скоростью 1–5 мм/год. На своем западном окончании Байкало-Мондинский разлом приобретает запад–северо-западное простирание. Согласно решению фокального механизма очага [56], установлено, что в очаге землетрясения по нодалной плоскости северо-западного простирания, круто падающей ( $70^\circ$ ) на юго-запад, реализовалась взбросовая подвижка с левосдвиговой составляющей. По другой плоскости субмеридионального простирания, падающей на восток–юго-восток, произошла подвижки типа взбросо-сдвиг. Из двух плоскостей в качестве действующей следует выбрать первую, поскольку взбросо-левосдвиговые смещения характерны для всей системы разломов, наращивающих Байкальскую рифтовую зону к западу, и в частности для Байкало-Мондинского разлома, который можно признать ответственным за возникновение Тулгутунурского землетрясения 19 января 2004 г. Вторая плоскость совпадает с Хубсугулским разломом, но для данного нарушения характерны смещения типа сброс, чего не наблюдается по данным решения фокального механизма. Имеющиеся решения механизма для других землетрясений в Хубсугулской зоне демонстрируют именно такой характер подвижки по нодалным плоскостям (см. рис. 3 в [103]).

На **Восточно-Европейской платформе** представляют интерес Новодарьевское землетрясение (6) [70] и два Калининградских землетрясения (15, 16) [71].

Новодарьевское землетрясение в Луганской области, в приграничной зоне Украины и России, произошло 11 мая с  $MS=3.8$ ,  $I_0=5-6$ . Изначально возникли две версии о его природе – техногенное, спровоцированное давними горными выработками в шахтах, или тектоническое. Для него удалось построить спектр по записям станции «Судак» и найти динамические параметры. Спектр имеет вид, обычный для тектонических землетрясений, и поэтому является существенным аргументом в пользу того, что это – именно натуральное, а не техногенное землетрясение. Очаговая зона землетрясения приурочена к крупнейшему глубинному разлому на юге Восточно-Европейской платформы, не выходящему на поверхность, но ограничивающему с севера Донецкий бассейн [126]. Разлом имеет запад–северо-западное простирание и разграничивает Воронежскую антеклизу и прогиб Донбасса. О кинематике этого разлома мало что известно. По-видимому, геологические движения по нему представляют собой комбинацию сброса и правостороннего сдвига. Поэтому наиболее подходящей в качестве действующей в очаге по имеющимся знакам вступлений представляется нодалная плоскость  $NP2$  (табл. 3 в [70]), имеющая северо-западное простирание. Тип движения по ней – сброс с правосторонней сдвиговой компонентой.

Уникальными были Калининградские землетрясения (15, 16) 21 сентября 2004 г. на северо-западе России, вблизи г. Калининград. Они произошли в асейсмичной области. Первый толчок с магнитудой  $M_w=4.6$  зарегистрирован в  $11^h05^m$ , следующий, с  $M_w=4.7$ , в  $13^h32^m$ , а в  $13^h36^m$  записан более слабый, с  $M=3.0$  [71]. Землетрясения ощущались на территории Калининградской области и в прилегающих районах Беларуси и прибалтийских государств, в северных районах Польши и на юге Финляндии. Они приурочены к Калининградско-Литовской потенциально сейсмогенной зоне. Эпицентр находился в 33 км северо-западнее Калининграда, глубина очага – 18–24 км. В Калининграде и курортных городах Светлогорск и Пионерский землетрясение ощущалось с  $I=4-5$  баллов. В больницы Калининграда обратились за помощью 20 раненых, отмечались незначительные повреждения 20 зданий, в Светлогорске образовался провал глубиной 20 м. Даже в Санкт-Петербурге зафиксированы сотрясения с  $I=2$  балла. В результате землетрясений в Калининграде различные виды повреждений получили 1146 строений: жилые дома, объекты соцкультбыта и коммунального хозяйства [115].

Согласно [72], землетрясения (15, 16) возникли в условиях, близких по величине сжимающих и растягивающих напряжений. В случае  $11^{\text{h}}05^{\text{m}}$  обе нодальные плоскости имеют довольно крутое ( $DP=78^{\circ}$  и  $89^{\circ}$ ) падение, движение по плоскости *NP1* близмеридионального простирания представлено левосторонним сдвигом, по плоскости *NP2* близширотного простирания – правосторонним сдвигом с вертикальной компонентой. В случае землетрясения в  $13^{\text{h}}32^{\text{m}}$  оси сжимающих и растягивающих напряжений ориентированы в юго-восточном и юго-западном направлениях соответственно. Обе нодальные плоскости имеют крутое падение, тип движения по обеим плоскостям – сдвиг, левосторонний – по *NP1*, правосторонний – по *NP2*.

В 2004 г. сейсмологическая обстановка на территории Северной Евразии была достаточно спокойной. Фактически не происходило землетрясений с магнитудой более 7. Даже все ощутимые сейсмические события, описанные в настоящей статье, можно отнести к разряду умеренных. Соответственно, не было больших жертв и разрушений. Но с научной точки зрения год оказался чрезвычайно важным. В основном это связано с возникновением разрушительных землетрясений в «нетипичных» регионах Восточно-Европейской платформы. Калининградские сейсмические события изменили наши представления об уровне опасности Балтийского региона. Они оказались настолько сильными, что встает вопрос о корректировке Карты ОСР-97 для данного региона. Весьма интересны глубокофокусные Тумрокские землетрясения на Камчатке. Макросейсмический эффект этих событий на поверхности показывает существенное влияние геодинамического фактора в зоне Беньюффа на пути распространения сейсмических волн. Очень важным фактом оказалась сейсмическая активизация хр. Гаккеля в Арктике, которая выразилась в целом ряде землетрясений, эпицентры которых вытянулись в виде цепочки в северных морях с переходом в континентальные структуры Якутии.

В целом, используя собранную информацию о решениях фокального механизма очагов, распределении эпицентров и гипоцентров форшоков и афтершоков, о конфигурации изосейст, а также геологические данные о разломах в эпицентральной зоне, практически для всех сильных и ощутимых землетрясений удалось определить их сеймотектоническую позицию и характер напряженно-деформированного состояния недр.

#### Л и т е р а т у р а

1. Старовойт О.Е., Захарова А.И., Рогожин Е.А., Михайлова Р.С., Пойгина С.Г. Северная Евразия // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 14–33.
2. Старовойт О.Е., Рогожин Е.А., Михайлова Р.С., Чепкунас Л.С. Северная Евразия. // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 19–44.
3. Старовойт О.Е., Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Чепкунас Л.С. Северная Евразия. // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 11–28.
4. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2004 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2004–2005.
5. *Bulletin of the International Seismological Centre for 2004*. – Berkshire: ISC, 2006–2007.
6. Михайлова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северной Евразии. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
7. Баранов С.В., Петров С.И. Восточная часть Балтийского щита (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
8. Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Кулич О.Н. Беларусь. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
9. Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В. Карпаты. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
10. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А. Крым. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
11. Гасанов А.Г., Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р. Азербайджан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
12. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А., Саргсян Л.С., Абгарян Г.Р. Армения. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).

13. Джанузаков К.Д., Муралиев А.М., Калмыкова Н.А., Холикова М.М. Центральная Азия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
14. Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В. Алтай и Саяны. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
15. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К. Прибайкалье и Забайкалье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
16. Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
17. Фокина Т.А., Поплавская Л.Н., Паршина И.А., Рудик М.И., Коваленко Н.С., Сафонов Д.А. Сахалин. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
18. Фокина Т.А., Дорошкевич Е.Н., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Курило-Охотский регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
19. Бейсенбаев Р.Т., Ли А.Н., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
20. Чеброва А.Ю., Левина В.И., Чебров В.Н., Иванова Е.И., Митюшкина С.В., Гусева Е.И. Камчатка и Командорские острова. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
21. Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Комарова Р.С., Седов Б.М. Северо-Восток России. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
22. Козьмин Б.М. Якутия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
23. Габсатарова И.П., Погода Э.В., Селиванова Е.А. Северный Кавказ. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
24. Амиров С.Р., Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М. Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
25. Папалашвили В.Г. Грузия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
26. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
27. Юдахин Ф.Н., Французова В.И., Мехрюшев Д.Ю. Север Русской плиты. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
28. Бейсенбаев Р.Т., Ли А.Н., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П., Полешко Н.Н., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 127–138.
29. Старовойт О.Е., Габсатарова И.П., Мехрюшев Д.Ю., Коротин А.В., Красилов С.А., Галушко В.В., Коломиец Ю.Н., Пойгина С.Г., Каменская О.П. Исследование, разработка и создание в Российской Федерации системы сейсмических и геодинамических наблюдений для непрерывного национального и глобального сейсмического мониторинга. Отчет по договору № 01.700.12.0094 от 01.10.2004. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2004 г. – 77 с.
30. Чебров В.Н., Воропаев В.Ф., Дрозин Д.В., Сергеев В.А., Шевченко Ю.В. Развитие сети цифровых сейсмических станций Камчатки // Геофизический мониторинг Камчатки. Материалы научнотехнической конференции, 17–18 января 2006 г., Петропавловск-Камчатский. – Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2006. – С. 13–20.
31. Габсатарова И.П., Девяткина Л.В., Селиванова Е.А. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 81–96.
32. Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 139–148.
33. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 149–158.
34. Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Степаненко Н.Я., Алексеев И.В., Симонова Н.А. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 44–51.
35. Чуба М.В. (отв. сост.), Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Нищименко И.М., Щепиль О.И., Плишко С.М., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А. Каталог землетрясений Карпат за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).



36. Степаненко Н.Я. Каталог механизмов очагов землетрясений 27 сентября, 3 октября и 27 октября. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
37. Чепкунас Л.С., Михайлова Р.С. (сост.). Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Карпат за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
38. Свидлова В.А., Сыкчина З.Н., Козиненко Н.М. (отв. сост.). Каталог землетрясений Крыма за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
39. Гасанов А.Г., Абдуллаева Р.Р., Етирмишли Г.Д. (отв. сост.), Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Э., Исламова Ш.К., Исмаилова С.С., Казымова С.Е. Каталог землетрясений Азербайджана за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
40. Чепкунас Л.С., Михайлова Р.С. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Азербайджана за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
41. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Абгарян Г.Р. Каталог землетрясений Армении за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
42. Михайлова Р.С. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Армении за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
43. Папалашвили В.Г., Кахиани Л.А., Аманаташвили Я.Т. (отв. сост.), Лабадзе Л.Б., Сохадзе Л.Д., Табуцадзе Ц.А., Шаламберидзе Н.А. Каталог (оригинал) землетрясений Грузии за 2004 год. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 26.06.2007. – 8 с.
44. Папалашвили В.Г., Кахиани Л.А., Аманаташвили Я.Т. (отв. сост.), Лабадзе Л.Б., Сохадзе Л.Д., Табуцадзе Ц.А., Шаламберидзе Н.А., Аргёмова Е.В., Михайлова Р.С. Каталог землетрясений Грузии за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
45. Габсатарова И.П., Амиров С.Р., Селиванова Е.А., Девяткина Л.В. (отв. сост.), Александрова Л.И., Иванова Л.Е., Малянова Л.С., Асманов О.А., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Головкова Л.В. Каталог землетрясений Северного Кавказа за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
46. Габсатарова И.П. (отв. сост.), Малянова Л.С. Каталог механизмов очагов землетрясений Северного Кавказа за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
47. Гаипов Б.Н., Петрова Н.В., Безменова Л.В., Сарыева Г.Ч. Копетдаг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
48. Сарыева Г.Ч. (отв. сост.), Тачов Б., Мамедязова М.Т., Халлаева А.Т., Коржукова Т.А., Дурасова И.А., Клычева Э.Р., Эсенова А., Петрова Н.В., Мустафаев Н.С. Каталог землетрясений Копетдага за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
49. Безменова Л.В., Петров В.А., Петрова Н.В. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Копетдага за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
50. Джанузакоев К.Д. (отв. сост. по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Холикова М.М. (Узбекистан), Сопиева К., Шукурова Р.Б., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Джалилова С.С. Каталог землетрясений Центральной Азии за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
51. Муралиев А.М. (отв. сост.), Молдыбаева М.Б., Полешко Н.Н., Каймачникова Н.И., Гиязова Ш.Ш., Садыкова Н. Каталог механизмов очагов землетрясений Центральной Азии за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
52. Чепкунас Л.С., Михайлова Р.С. Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Азии за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
53. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Михайлова Р.С., Улубиев А.Н., Хусейнова Г.А. Каталог землетрясений Таджикистана за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
54. Михайлова Р.С. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
55. Калмыкова Н.А., Неверова Н.П. (СОМЭ МОН РК), Михайлова Н.Н. (ИГИ НЯЦ РК) (отв. сост.); составители: Шипулина С.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Умурзакова Р.А., Гайшук Л.Н., Каймачникова Н.И. (от СОМЭ МОН РК); Соколова И.Н. (от ИГИ НЯЦ РК). Каталог землетрясений Казахстана за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
56. Филина А.Г., Подкорытова В.Г., Лескова Е.В. (отв. сост.), Данциг Л.Г., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Денисенко Г.А., Шевкунова Е.В., Кузнецова Е.В., Шевелёва С.С. Каталог землетрясений Алтая и Саян за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

57. Леонтьева Л.Р., Гилёва Н.А. (отв. сост.), Тигунцева Г.В., Хайдурова Е.В., Андрусенко Н.А., Тимофеева В.М., Евсеева Е.Д., Дворникова В.И., Дрокова Г.Ф., Анисимова Л.В., Масальская Л.Н., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Хороших М.Б., Емельянова Л.В., Федюшкина Я.И., Черных Т.Е., Попикова Л.А. Каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
58. Мельникова В.И., Радзиминович Н.А. (отв. сост.), Татомир Н.В., Добрынина А.А. Каталог механизмов очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
59. Коваленко Н.С. (отв. сост.), Величко Л.Ф. Каталог землетрясений Приамурья и Приморья за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
60. Коваленко Н.С. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
61. Паршина И.А. (отв. сост.), Малашенко Ю.А. Каталог землетрясений Сахалина за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
62. Поплавская Л.Н. (отв. сост.). Рудик М.И., Нагорных Т.В., Паршина И.А. Каталог механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
63. Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.), Брагина Г.И., Гладырь Ж.В., Пиневиц М.В. Каталог землетрясений Курило-Охотского региона за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
64. Рудик М.И., Поплавская Л.Н. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
65. Михайлова Р.С. (сост.). Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
66. 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).
67. Иванова Е.И. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
68. Алёшина Е.И., Комарова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
69. Козьмин Б.М., Шibaев С.В. (отв. сост.), Марченко Т.И., Захарова Ж.Г., Саввинова Н.А., Петрова В.Е., Денега Е.Г. Каталог землетрясений Якутии за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
70. Габсатарова И.П., Кендзера В.А., Свидлова В.А., Пронишин Р.С., Поречнова Е.И., Сыкчина З.Н., Бабкова Е.А., Михайлова Р.С. Новодарьевское землетрясение 11 мая 2004 года с  $M_S=3.8$ ,  $I_0=5-6$  (Украина). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
71. Габсатарова И.П., Чепкунас Л.С., Бабкова Е.А., Малянова Л.С., Рыжикова М.И. Калининградские землетрясения 21 сентября 2004 года с  $M_W=4.6$  и  $4.8$ ,  $I_0=6$  и  $I_0=6-7$  (Запад России). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
72. Чепкунас Л.С., Габсатарова И.П. (отв. сост.), Малянова Л.С. Каталог механизмов очагов землетрясений Восточно-Европейской платформы за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
73. Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.). Каталог землетрясений Балтийского щита за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
74. Аронова Т.И. (отв. сост.), Кулич О.Н. Каталог землетрясений Беларуси за 2004 год. (См. на CD).
75. Аветисов Г.П. Арктический бассейн. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
76. Аветисов Г.П. (сост.). Каталог землетрясений Арктического бассейна за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
77. Аветисов Г.П. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Арктического бассейна за 2004 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
78. Пойгина С.Г. Антарктида. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
79. Гасанов А.Г., Абдуллаева Р.Р., Етирмишли Г.Д. (отв. сост.), Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Э., Исламова Ш.К., Исмаилова С.С., Казымова С.Е. Каталог (оригинал) землетрясений Азербайджана за 2004 год. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 26.08.2008. – 13 с.

80. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Абгарян Г.Р.** Каталог (оригинал) землетрясений Армении за 2004 год. – Обнинск: Фонды ГС РАН, 12.09.2008. – 14 с.
81. **Введение** // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 3–6.
82. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
83. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика. (Труды ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
84. **Петрова Н.В., Рахимов А.Р.** Соотношения между магнитудными шкалами и энергетическими характеристиками землетрясений Копетдагского региона // Изв. АН ТССР. – Сер. ФТХ и ГН. – 1992. – № 5. – С. 60–67.
85. **Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В.** Землетрясения Крымско-Черноморского региона. – Киев: Наукова думка, 1989. – 189 с.
86. **Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е.** Об энергетической оценке землетрясений Крымско-Черноморского региона // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. Т. II. – М.: ИФЗ АН СССР, 1974. – С. 113–125.
87. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Скорость колебания земной поверхности в объемных волнах неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений на расстояниях до 17° // Физика Земли. – 1967. – № 1. – С. 37–60.
88. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–22.
89. **Гусев А.А., Мельникова В.Н.** Связи между магнитудами – среднемировые и для Камчатки // Вулканология и сейсмология. – 1990. – № 6. – С. 55–63.
90. **Федотов С.А.** Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. – М.: Наука, 1972. – 117 с.
91. **Коломиец А.С., Асминг В.Э.** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – Обнинск: ГС РАН, 2002. – С. 155–157.
92. **Костюк О.П., Москаленко Т.П., Руденская И.М.** Землетрясения Карпат // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 10–14.
93. **Тараканов Р.З., Ким Чун Ум, Сухомлинова Р.И.** Закономерности пространственного распределения гипоцентров Курило-Камчатского и Японского регионов и их связь с особенностями геофизических полей // Геофизические исследования зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану. – М.: Наука, 1977. – С. 65–75.
94. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Новые данные о динамике сейсмических волн неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений // Проблемы цунами. – М.: Наука, 1968. – С. 75–97.
95. **Каток А.П.** Об использовании номограммы Раутиан для энергетической классификации глубоких Памиро-Гиндукушских землетрясений // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. Т. II. – М.: ИФЗ АН СССР, 1974. – С. 139–143.
96. **Филина А.Г.** Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 65–68.
97. **Гордеев Е.И., Левина В.И., Чебров В.Н., Иванова Е.И., Шевченко Ю.В., Степанов В.В.** Землетрясения Камчатки и Командорских островов // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 102–114.
98. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
99. **Hisada T., Nakagawa K.** Present Japanese Development in Engineering Seismology and their Application to Buildinge. – Japan, 1958
100. **Шебалин Н.В., Аптикаев Ф.Ф.** Развитие шкал типа MSK // Магнитное поле Земли: математические методы описания. Проблемы макросеймики (Вычислительная сейсмология; Вып. 34). – М.: Геос, 2003. – С. 210–253.
101. **Шерман С.И., Бержинский Ю.А., Павленов В.А., Аптикаев Ф.Ф.** Региональные шкалы сейсмической интенсивности. Опыт создания шкалы для Прибайкалья. – Новосибирск: СО РАН, филиал «Гео», 2003. – 189 с.

102. **Ершов И.А., Шебалин Н.В.** Проблема конструкции шкалы интенсивности землетрясений с позиций сейсмологов // Прогноз сейсмических воздействий (Вопросы инженерной сейсмологии; Вып. 25). – М.: Наука, 1984. – С. 78–89.
103. **Радзиминович Я.Б., Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А.** Тулгутунурское землетрясение 19 января 2004 года с  $MPSP=4.8$ ,  $K_p=13.0$ ,  $I_0=6$  (Прибайкалье). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
104. **Гасанов А.Г., Абдуллаева Р.Р., Етирмишли Г.Д., Агаева С.Т., Исмаилова С.С., Казымова С.Э.** Шекинский рой с главным землетрясением 8 февраля 2004 г. с  $MPVA=5.1$ ,  $K_p=10.8$ ,  $I_0=4$  (Азербайджан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
105. **Петрова Н.В., Михайлова Р.С.** Чалусское землетрясение 28 мая 2004 г. с  $M_w=6.3$ ,  $I_0=8$  (Копетдаг). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
106. **Нагорных Т.В., Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Рудик М.И.** Костромское землетрясение 30 мая 2004 года с  $MLH=4.8$ ,  $I_0=5-6$  (Сахалин). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
107. **Левина В.И., Митюшкина С.В., Чеброва А.Ю., Иванова Е.И.** Тумрокское-I землетрясение 16 июня 2003 года с  $M_w=6.9$ ,  $I_0=6$  и Тумрокское-II землетрясение 10 июня 2004 года с  $M_w=6.8$ ,  $I_0=5-6$  (Камчатка). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
108. **Гилёва Н.А., Радзиминович Я.Б., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А.** Чарское-III землетрясение 28 июня 2004 года с  $MPSP=4.7$ ,  $K_p=13.5$ ,  $I_0=6$  (Прибайкалье). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
109. **Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С., Мазманиян Л.В.** Игдыр-Догубаязитское землетрясение 1 июля 2004 года: с  $M_s=4.8$ ,  $I_0=6-7$  (Турция–Армения). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
110. **Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В.** Ощутимое в Молдове землетрясение 27 сентября 2004 года с  $K_p=13.4$ ,  $M_w=4.8$ ,  $I_0=4-5$  (Карпатский регион). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
111. **Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В.** Дунайское землетрясение 3 октября 2004 года с  $K_p=13.0$ ,  $M_w=4.8$ ,  $I_0=5-6$  (Карпатский регион). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
112. **Скляр А.М., Князева В.С., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В., Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Чуба М.В.** Ощутимое на Украине и в Молдове землетрясение 27 октября 2004 года с  $K_p=15.4$ ,  $M_w=5.8$ ,  $I_0=6$  (Карпатский регион) // (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
113. **Габсатарова И.П.** Пшехское землетрясение 15 ноября 2004 года с  $M_w=4.6$ ,  $I_0^3=5-6$  (Краснодарский край). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
114. **Дорошкевич Е.Н., Михайлова Р.С.** Афтершоки землетрясения 28 ноября 2004 г. с  $MS=7.1$ ,  $I_0=8$  (Курило-Охотский региона). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
115. **Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Габсатарова И.П.** Хроника сейсмичности Земли. Год, завершившийся катастрофой века // Земля и Вселенная. – М.: РАН, 2005. – С. 83–88.
116. **Иванова Е.И. (отв. сост.).** Камчатка и Командорские острова // Землетрясения Северной Евразии в 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. (На CD).
117. **Соболева О.В.** Влияние механизма очага землетрясения на положение зоны максимальных сотрясений // Сейсмический режим. Материалы Первого Всесоюзного симпозиума. Душанбе, 12–17 декабря 1966 г. – Душанбе: Дониш, 1969. – С. 91–98.
118. **Михайлова Р.С., Каток А.П., Матасова Л.М., Джанузаков Л.М., Сыдыков А. (отв. сост.).** III. Средняя Азия и Казахстан [300 до н.э. – 1974 гг.,  $M \geq 5.0$ ,  $MPSP \geq 5.6$ ,  $MPVA \geq 5.3$ ;  $I_0 \geq 6.0$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 198–296.
119. **Михайлова Р.С., Улубиева Т.Р., Чепкунас Л.С.** Гиндукушское землетрясение 3 марта 2002 года с  $M_w=7.3$ ,  $I_0=8$  (южнее Таджикистана) // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 331–336.
120. **Сарыева Г.Ч., Артёмова Е.В., Михайлова Р.С.** Землетрясения очаговой зоны Чалусского землетрясения 28.05.2004 г. с 1 января по 31 декабря 2004 г. в пределах координат  $35.0-37.5^\circ N$  и  $50.0-43.0^\circ E$ . (См. Приложение к наст. сб. на CD).



121. **Seismotectonic map of Iran** 1:2500000, compiled by M. Berberian // Tehran: Ministry of industry and mines, Geological Survey of Iran. – 1976.
122. **Голинский Г.Л. (отв. сост.), Голинский Г.Л., Кондорская Н.В., Рахимов А.Р., Рустанович Д.Н., Шебалин Н.В. (сост.) при участии Непесова Р.Д., Смирновой В.А. П в.** Западная Туркмения [2000 до н.э. – 1974 гг.,  $M \geq 4.5$ ,  $I_0 \geq 6$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 171–197.
123. **Рождественский В.С.** Роль сдвигов в структуре Сахалина // Геотектоника. – 1982. – № 4. – С. 99–111.
124. **Харахинов В.В., Гальцев-Безюк С.Д., Терещенков А.А.** Разломы Сахалина // Тихоокеанская геология. – 1984. – № 2. – С. 77–86.
125. **Вонжер К.Р., Ionescu С., Sokolov V., Radulian M., Grecu B., Popa M., Popescu E.** Ground motion patterns of intermediate-depth Vrancea Earthquake: the October 27, 2004 Event // Harmonization of Seismic Hazard in Vrancea Zone. – Springer, 2008. – P. 47–62.
126. **Международная тектоническая карта Европы и смежных областей**, М: 1:2500000. – М.: МГК, Комиссия по Геологической карте мира, Подкомиссия по Тектонической карте мира, 1981. – Лист 11.
127. **Tectonic Map of the Carpathian-Balkan Mountain System and Adjacent Areas**, Scale 1:1000000. Carpathian. Balkan Association, Tectonic Commission / Editor-in-Chief M. Mahel. – Published by D.Stur's Geological Institute in Bratislava in cooperation with UNESCO, 1972. – Sheet Bucharest.
128. **Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А.** Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизионного пояса. – М.: Геос, 2002. – 224 с.
129. **Örgülü G., Aktar M., Türkelli N., Sandvol E., Barazangi M.** Contribution to the seismotectonics of the eastern Anatolian Plateau from moderate and small size events // Geophys. Res. Lett. – 2003. – 30(24).
130. **Мишарина Л.А.** Исследование механизма очагов слабых землетрясений северо-восточного сектора Байкальского рифта // Тр. III Всесоюзного симпозиума по сейсмическому режиму, ч. I. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 1969. – С. 147–166.
131. **Рогожин Е.А., Рейснер Г.И., Мамедов Т.Я.** Поперечная зональность восточной части Большого Кавказа // Исследование сейсмической опасности (Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 29). – М.: Наука, 1988. – С. 15–20.