

1. ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ

УДК 550.348.098.64 (-924/-925)

СЕВЕРНАЯ ЕВРАЗИЯ

О.Е. Старовойт¹, Р.С. Михайлова¹, Е.А. Рогожин^{1,2}, Л.С. Ченкунас¹, В.И. Левина¹

¹Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, ostar@gsras.ru

²Институт физики Земли РАН, г. Москва, eurog@ifz.ru

Анализ сейсмичности Северной Евразии в 2005 г. 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, Армении, Туркмении, Таджикистана, Узбекистана, Кыргызстана и Казахстана.

Данные о параметрах землетрясений взяты из региональных каталогов землетрясений и обзорных статей по странам, регионам и территориям за 2005 г., представленных учреждениями, перечисленными во Введении. Кроме того, использованы ежедекадный Сейсмологический бюллетень ГС РАН [1], бюллетень Международного сейсмологического центра [2] и каталог сильных землетрясений Северной Евразии [3] за 2005 г. Приведены сводные карты сейсмических станций, эпицентров землетрясений Северной Евразии с $M \geq 3.6$, а также карты наиболее заметных и сильных землетрясений. Для некоторых сильных или ощутимых землетрясений изложена тектоническая позиция, определенная по картам разломов, механизмам очагов, афтершокам и изосейстам.

Рассмотрим состояние региональных и территориальных систем наблюдений землетрясений Северной Евразии в 2005 г., по сравнению с таковыми в 2004 г. [4]. Под территориальной системой наблюдений понимается сейсмологическая сеть в административных или национальных субъектах (область, республика), или в выделенной по геолого-географическим характеристикам части региона.

Во многих регионах и территориях в 2005 г. никаких изменений в сетях станций не произошло. К ним относятся: Балтийский щит [5], Крым [6], Азербайджан [7], Армения [8], Кыргызстан и Узбекистан [9], Прибайкалье и Забайкалье [10], Приамурье и Приморье [11], Сахалин [12], Курило-Охотский регион [13]. Изменения коснулись сети станций Карпат [14], Северного Кавказа [15], Казахстана [16], Алтая [17], Камчатки [18], Северо-Востока России [19], Якутии [20] и Архангельской области [21]. Добавились в Сборнике две новые территории: Республика Коми (станции «Сыктывкар», «Воркута») [22] и Пермский край («Соликамск», «Романово», «Добрянка», «Кунгур», «Верхнечусовские городки», «Пермь») [23].

Открыты новые сейсмические станции на Карпатах («Брид» – с 26 мая, «Каменец-Подольский» – с 20 июля, «Новоднестровский» – с 12 октября) [14]; на Северном Кавказе («Притеречная» – с 8 августа, «Терская» – с 9 августа, «Комсомольская» – с 11 августа, «Кора» – с 3 ноября, «Ботакоюрт» – со 2 декабря, «Сунжа» – с 26 декабря) [15]; в Казахстане («KNDC» – с 14 мая) [16]; на Алтае («Салаир» – со 2 марта, «Кемерово» – с 19 мая, «Джойская Сосновка» – с 23 октября) [17]; Камчатке («Семкарок» – с 18 сентября, «Сорокина» – с 18 сентября, «Байдарная» – с 8 октября) [18]; Северо-Востоке России («Лаврентия» – с 15 декабря, «Угольные копи» – с 26 декабря) [19]; в Якутии («Хани» – с 11 декабря) [20] и в Архангельской области («Пермилово» – с 28 ноября) [21]. Кроме того, в Таджикистане восстановили работу четыре станции («Ленинабад» – с 1 января, «Комароу» – с 3 апреля, «Карасу» – с 8 сентября, «Гарм» – с 14 декабря) [24] и на Северо-Востоке России с 22 декабря реконсервирована станция «Анадырь» [19].

Приостановлены наблюдения на станции «Ванновская» в Копетдаге [25]– длиннопериодный комплект СКД с 1 января, работа станции «Учкент» в Дагестане [26] – с 1 февраля. Временно не работала станция «Охотск» на Северо-Востоке России [19], и были многочисленные перерывы в регистрации на 13 из 15 станций Таджикистана [24].

Закрыты две станции: «Глушкевичи» с 10 мая – в Беларуси [27] и «Кубака» с 17 апреля – на Северо-Востоке России [19].

Аналоговые станции сохранились в Северо-Восточной части Балтийского щита («Апатиты») [5], на Карпатах («Оноковцы») [14], в Молдове («Кишинёв», «Кагул», «Леово», «Сороки») [14], в Крыму («Феодосия», «Севастополь», «Алушта», «Судак», «Керчь») [6], Армении (8 станций) [8], Дагестане (все 17 станций) [26], Копетдаге (20 станций) [25], Таджикистане (все 15 станций) [24], Узбекистане (все 17 станций) [9], Казахстане (8 станций) [16], в Приамурье (все 8 станций) [11], на Сахалине (все 4 станции) [12], Курилах (все 3 станции) [13], Камчатке («Оссора») [18]. Параллельная регистрации аналоговой и цифровой аппаратурой продолжена в Крыму на станциях «Ялта» и «Симферополь» [6] и на Северо-Востоке России – на станции «Омсукчан» [19].

Общее число сейсмических станций в 2005 г. составило 426 и их расположение в пределах Северной Евразии изображено на рис. 1. Из них аналоговых станций – 152, цифровых – 187, телеметрических – 77 и 10 сейсмических групп (аггау) (табл. 1).



Рис. 1. Сейсмические станции Северной Евразии в 2005 г.

Информация о числе станций помещена в графах 3–6 табл. 1, из которых в графе 5 приведено число телеметрических станций, которое ранее [4] суммировалось с числом цифровых станций, помещенных теперь в отдельную графу 4.

Информация о числе землетрясений в разных регионах и территориях помещена в графах 8–9, содержание которых требует пояснений.

В графе 8 приведены сведения о суммарном числе локализованных землетрясений, указанных в соответствующих обзорах, как, например, в Копетдаге – 2707 землетрясений с

$K_p=2-12.9$ [25], на Алтае – 2418 с $K_p=0.5-13.9$ [17], в Прибайкалье и Забайкалье – 5840 с $K_p=4.6-13.8$ [10], на Камчатке – 5405 с $K_s=3.6-13.2$ [18]. Но каталоги землетрясений этих регионов присланные в Сборник [40, 48, 50, 61] для публикации, усечены «снизу», т.е. приводятся без слабых толчков, оставляемых в регионах исключительно для внутреннего пользования. Уровень «среза», как правило, $K \geq 8.6$. Число землетрясений Дагестана стоит в скобках, т.к. они целиком включены в каталог землетрясений Северного Кавказа.

Таблица 1. Число станций и землетрясений в различных регионах и территориях Северной Евразии в 2005 г.

№	Регион, территория	Число станций				Диапазон классов	Число землетрясений				$\Sigma E, Дж$	Источник
		аналоговых	цифровых	телеметрических	групп		всего	в ЗСЕ	$M \geq 3.6$	$n, (мех.)$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I	Карпаты	1	16			6.2–13.2	185	185 34*	24	3	$4.64 \cdot 10^{13}$	[14, 28, 29]
	Молдова	4										[30]
II	Крым	5	2			5.1–11.7	29	29	5	1	$5.191 \cdot 10^{11}$	[6, 31, 32]
III	Кавказ:											
	Азербайджан	14		14		4.0–11.3	857	807	19	3	$2.46 \cdot 10^{12}$	[7, 33, 34]
	Армения	8		28		5.0–13.5	546	418	44	7+15	$9.65 \cdot 10^{13}$	[8, 35, 36]
	Дагестан	17				4.5–12.4	(426)					[26, 37]
	Северный Кавказ		23	4	1	3.0–10.4	1014	1014(107) 12*	12	3	$2.44 \cdot 10^{12}$	[15, 38, 39]
IV	Копетдаг	20	1			2.5–12.9	2707	250	20	18	$2.75 \cdot 10^{14}$	[25, 40, 41]
V	Средняя Азия и Казахстан:					6.1–14.9	488	488	29	107	$8.30 \cdot 10^{13}$	[9, 42, 43]
	Узбекистан	17										[9]
	Кыргызстан	24		10								[9]
	Северный Тянь-Шань	8	21			6.6–14.9	559	559				[16, 44]
	Казахстан		6		8	8.6–14.9	34	34	14			[16, 44]
	Таджикистан	15				8.6–17.7	3020	3020 1353*	604	17 +33 ^{дд}	$5.14 \cdot 10^{17}$	[24, 45–47]
VI	Алтай и Саяны		32			0.5–13.9	2418	701	20	3	$8.65 \cdot 10^{13}$	[17, 48, 49]
VII	Прибайкалье и Забайкалье		23			4.6–13.8	5841	763	27	58	$1.45 \cdot 10^{14}$	[10, 50, 51]
VIII	Приамурье и Приморье	8				5.1–12.5	423	423 (204) 3* 4**	20	1 +1 ^{дд}	$8.91 \cdot 10^{12}$	[11, 52, 53] [53a]
IX	Сахалин	4				5.5–13.9	177	177 12* 1** +97 ^{дд} 49* 6**	27	1 +1 ^{дд}	$2.19 \cdot 10^{13}$	[12, 54, 56] [55, 56a]
X	Курило-Охотский регион	3				$M=3.3-6.2$	332	332 90* 12** +556 ^{дд} 144* 30**	286	6 +224 ^{дд}	$8.94 \cdot 10^{14}$	[13, 57, 59] [58, 60]
XI	Камчатка и Командорские острова	1	7	31		3.6–13.2	5405	784 120* 30** 4898 ^{влк1} 301 ^{влк2}	86	32 +22 ^{дд}	$1.14 \cdot 10^{14}$	[18, 61, 62] [62a] [61a] [61б]
XII	Северо-Восток России		14			6.6–12.2	115	115	4		$1.88 \cdot 10^{12}$	[19, 63]
XIII	Якутия		18			5.0–15.7	3087	904 +2623 ^{афт}	73	6 +1 ^{дд}		[20, 64, 65] [64a, 64б, 65a]

№	Регион, территория	Число станций				Диапазон классов	Число землетрясений				ΣE , Дж	Источник
		аналоговых	цифровых	телеметрических	групп		всего	в ЗСЕ	$M \geq 3.6$	n , (мех.)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
XIV Восточно-Европейская платформа:												
	Архангельская область		5				1	1			$2.0 \cdot 10^8$	[21, 66]
	Восточная часть Балтийского Щита	1	5		1	2.5–9.4	40	40			$1.0 \cdot 10^{10}$	[5, 67]
	Республика Коми		2				1	1				[22, 69]
	Пермский край		8				1	1				[23, 70]
	Беларусь	1	3			4.1–9.1	33	33			$1.39 \cdot 10^8$	[27, 68]
XV	Арктика					$m=3.5-6.1$	73	73	26	13 +4 ^{дл}	$1.01 \cdot 10^{13}$	[71–73] [73a]
	Антарктика	1	1			$MPSP=6.0-7.3$	149	149				[74, 75]
	Земля в целом из СБ					$MPSP=3.2-7.3$	6492	6492				[1]
	Всего	152	187	77	10		43447	26249	1350	588	$5.66 \cdot 10^{17}$	

Примечание. В графе 7 знаком * отмечены случаи замены диапазона классов K на диапазон магнитуд MSH для глубоких землетрясений Сахалина, MLH – для Курил, m_b – для Арктики; в графе 9 знаками * и ** отмечены числа землетрясений с $h=70-350$ км и >350 км соответственно; ЗСЕ – сборник «Землетрясения Северной Евразии»; верхним индексом ^{дл} отмечены в графе 9 дополнительные данные о числе землетрясений для Сахалина и Курил, в графе 11 – о числе механизмов очагов для Курил, которые выявлены *ред.* в бюллетенях ISC [2].

В графе 9 указаны числа землетрясений, публикуемых в настоящем сборнике. Например, для Копетдага, Алтая, Прибайкалья и Камчатки они равны $N_{\Sigma}=250, 698, 764, 781$ соответственно. Правда, представители некоторых регионов, например Центральной Азии [9], в обзорах не указывают общее число зарегистрированных землетрясений, а только приводят количество тех, что включены в Приложение к наст. сб. Поэтому для них в графах 8 и 9 стоят одинаковые числа (табл. 1). Одинаковые числа указаны и для регионов с малым числом землетрясений, из которых присылаются все данные, которые обработаны. К ним относятся Северо-Восточная часть Балтийского щита ($N_{\Sigma}=20$ с $K=2.5-9.4$ [67]), Беларусь ($N_{\Sigma}=33$ с $K=4.1-9.1$ [68]), Крым ($N_{\Sigma}=29$ с $K=4.8-9.6$ [31]) и др.

Особая ситуация на Кавказе в регионе III. Ранее [4] он был представлен четырьмя территориями: Северный Кавказ России и три республики – Азербайджан, Армения, Грузия. В настоящем сборнике данные по Грузии отсутствуют (их не прислали). Для оставшихся трех территорий в графе 8 указано число землетрясений в присланных оригиналах каталогов: в Азербайджане – 857 с $K_p=4.0-11.3$ [76], в Армении – 546 с $K_p=5.0-13.5$ [77], на Северном Кавказе – 1014 с $K_p=3.0-10.4$ [78], а в графе 9 указано число оставленных для публикации землетрясений. Дело в том, что, например, в оригинал каталога Армении могут быть включены землетрясения, локализованные в Ставропольском крае, Дагестане и даже в Каспийском море. Конечно, такие эпицентры из каталога Армении нужно исключить. По этому вопросу в сборнике «Землетрясения Северной Евразии в 1993 году» [79] редколлекцией было принято следующее решение: из присланных оригиналов каталогов землетрясений Кавказа удалять те землетрясения, эпицентры которых локализованы вне «своих» границ, далее 30 км от соответствующей государственной границы, оставляя, однако, все землетрясения, локализованные сетью Азербайджана в Иране, сетью Армении – в Турции и Иране. Именно поэтому в публикуемых каталогах землетрясений Азербайджана и Армении число землетрясений уменьшилось и равно 807 [33] и 418 [35] соответственно.

Таким образом, в графе 8 дано суммарное число землетрясений в региональных каталогах, которое с учетом вулканических землетрясений Камчатки [61а, 61б] и землетрясений из Сейсмологического бюллетеня [1] составило 43447 событий, из которых, как указано в графе 9, во всех Приложениях на CD публикуются сведения о 26249 землетрясениях. В графе 9 приве-

дена еще дополнительная информация типа – «в том числе», отмеченная знаками * и **, характеризующая число землетрясений с глубинами с $h=70-350$ и с $h>350$ км. Например, на Камчатке из 781 землетрясений в указанных интервалах глубин локализовано 175 и 32 землетрясения соответственно. Очаги с промежуточной глубиной $h=70-350$ км отмечены в пределах зоны Вранча с $h_{\max}=157$ км [28], на Северном Кавказе с $h_{\max}=126$ км [38] и в Гиндукуше с $h_{\max}=250$ км [45]. Глубокие землетрясения в 2005 г. произошли в Приморье с $h_{\max}=507$ км [52], побережье Сахалина с $h_{\max}=360$ км [54], Курило-Охотском регионе с $h_{\max}=584$ км [57], на Камчатке с $h_{\max}=502$ км [61]. Из сравнения максимальных в каждом регионе значений глубин гипоцентров, отмеченных в 2005 г., с таковыми в 2004 г. (547 км – в Приморье, 480 км – на Сахалине, 640 км – на Камчатке, 160 км – во Вранче, 146 км – на Северном Кавказе [4]), следует, что они почти все уменьшились, кроме Курил и Гиндукуша, где максимальная глубина возросла (584 км вместо 560 км на Курилах, 250 км вместо 213 км – в Гиндукуше). На остальной территории Северной Евразии значения $h<70$ км.

Дополнительные списки землетрясений из бюллетеней [2] о параметрах не выявленных или не обработанных в регионе сейсмических событий приведены *ред.* для Сахалина [55] и Курил [58] с верхним индексом «дд».

В два каталога включены параметры взрывов или возможно взрывов: 107 – на Северном Кавказе [38], 204 – в Приморье и Приамурье [52], в каталог Пермского края [70] в 2005 г. включены данные о 30 горно-тектонических ударах (ГТУ).

В графе 10 табл. 1 помещены для каждого региона или территории число землетрясений с магнитудами $M\geq 3.6$, используемых для построения сводной карты эпицентров Северной Евразии (рис. 2). Вопрос о магнитудах остается традиционно сложным ввиду малого числа их прямых определений по поверхностным волнам. Конкретно были использованы наблюдаемые магнитуды M , равные MLH в [52, 54, 57] или близкие к ней значения MS из [1], M_s , M_w из [2]. При их отсутствии приведены расчетные магнитуды.

Для Карпат, Кавказа, Средней Азии и Казахстана, Алтая, Прибайкалья и Забайкалья, Приамурья и Приморья, Северо-Востока России, Якутии и Беларуси расчет велся по формуле Т.Г. Раутиан $M=0.55K_p-2.2$ [80], где K_p – по [81].

Для Копетдага – формула $M=0.68K_p-3.8$ [82].

Для Крыма – формула $M=0.55K_{п}-2.3$ [83], где $K_{п}$ – по [84].

Для Сахалина и Курило-Охотского региона – формула $M=0.5K_c-0.6$ [85], где K_c – по [85, 86].

Для Камчатки – формула $M=0.92K_s-6.44$ [87], где K_s – по [88].

Для Восточной части Балтийского щита – формула $M=0.69K-3.64$, где K – по [89].

Для глубоких землетрясений с $h\geq 70$ км в магнитуды M пересчитаны магнитуды MSH для Карпат по формуле $M=1.52+0.84MSH$ [90], для Сахалина и Курил – $M=-2.28+1.33MSH$ [86, 91, 92]. В Таджикистане для глубоких землетрясений используется та же формула Т.Г. Раутиан [80], что и для коровых землетрясений, но при этом энергетический класс K_p определяется по номограмме [81] с учетом не эпицентральных, а гипоцентральных расстояний [93]. Кроме того, магнитуда M принималась равной магнитуде M_c по сейсмической коде в Крыму [83], на Алтае [94] и Камчатке [95].

Начатая в 2004 г. публикация числа определений механизмов очагов землетрясений по регионам [4], в наст. сб. продолжена в графе 11 табл. 1. Здесь также использован индекс «дд» для Курил, для которых указаны дополнительные данные, выбранные *ред.* из бюллетеней ISC [2] 224 решения [60]. Как и в [4], наибольшее ($N=107$) число фокальных механизмов получено для землетрясений Средней Азии [43]. Всего же в Сборнике механизм очагов представлен в Приложении на CD для 588 землетрясений (табл. 1).

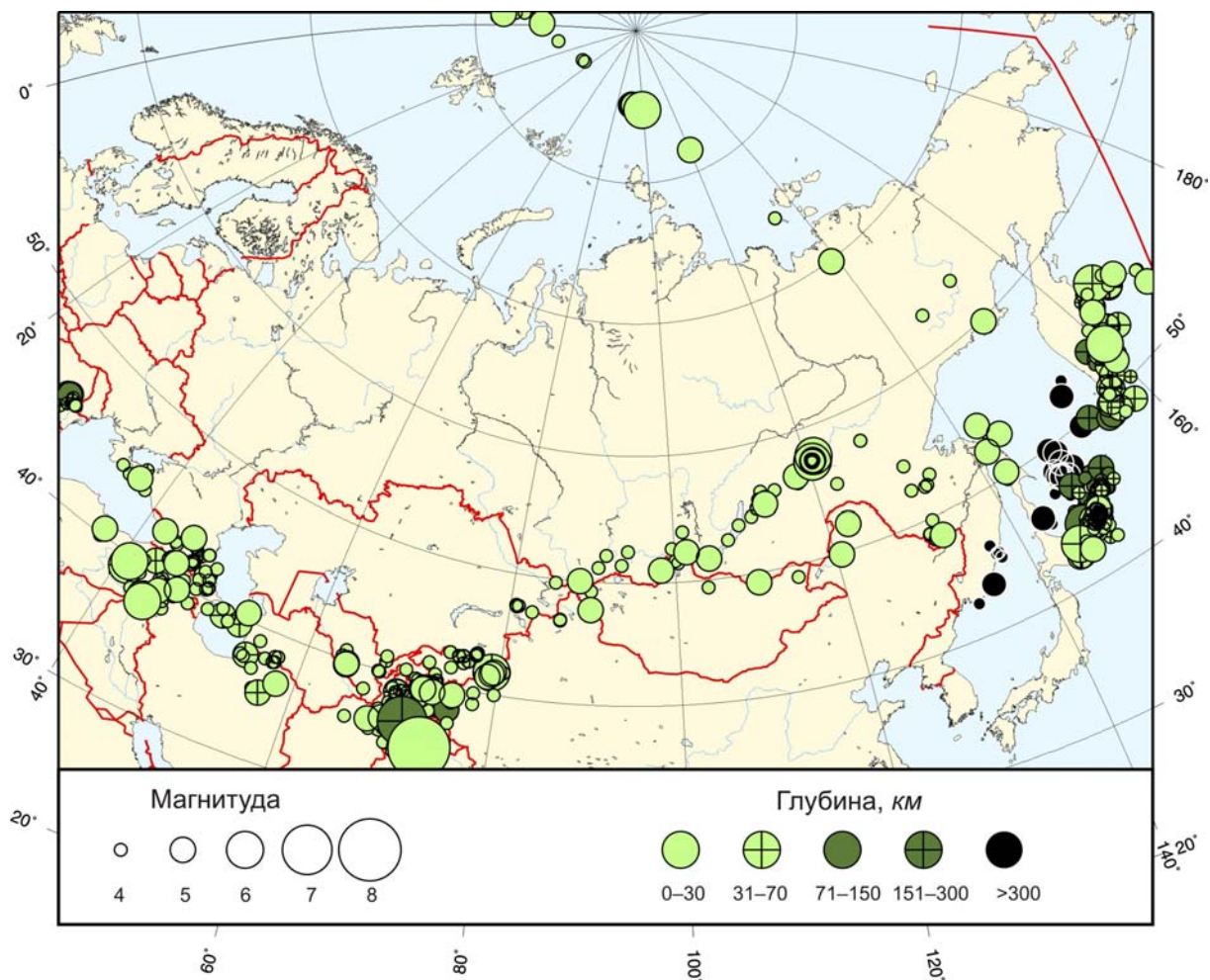
Суммарное число сильных землетрясений с магнитудой $M\geq 3.6$ в 2005 г. составило $N_{\Sigma}=1350$ (табл. 1), что выше соответствующих оценок за 2001–2004 гг. (табл. 2) [96], [97], [98], [4]. Повышение числа землетрясений в 2005 г. связано с афтершоками в двух крупнейших ($N_{\text{афт}}>1000$) сериях, вызванных землетрясением с $M_w=7.6$ у южных границ Северной Евразии [101, 102] и Чаруодинским роем землетрясений с двумя ощутимыми толчками с $M_w=5.8$ и 5.7 [103, 104] на юге Якутии. По уровню высвобожденной в очагах сейсмической энергии имеем также абсолютный максимум, равный $5.16\cdot 10^{17}$ Дж (табл. 2). Минимальным в публикуемых каталогах Северной Евразии является землетрясение с $K=2.5$, записанное 19 февраля в $16^{\text{h}}13^{\text{m}}$ и локализованное в Хибинском массиве на Кольском п-ве [67], максимальным – землетрясение 8 октября в $03^{\text{h}}50^{\text{m}}$ с $M_w=7.6$ [101] южнее Таджикистана.

Таблица 2. Суммарное число землетрясений Северной Евразии с $M \geq 3.6$ и суммарная энергия за 2001–2005 гг.

Годы	2001	2002	2003	2004	2005
N_{Σ}	1170	1071	1252	1009	1350
$\Sigma E \cdot 10^{16}$ Дж	1.24	13.55	25.30	2.08	51.60

Пространственное распределение землетрясений с $M \geq 3.6$ в 2005 г., приведенное на рис. 2, в общих чертах повторяет таковое, наблюдавшееся в предыдущие годы [4, 96–98]. Наибольшая плотность эпицентров отмечается в пределах Тихоокеанского сейсмического пояса и традиционно высокоактивна фокальная зона Памиро-Гиндукуша. Продолжается описанная в [4] активизация протяженной зоны вдоль подводного хр. Гаккеля с переходом в континентальные структуры Пояса Черского и вплоть до Охотского моря, сформированной землетрясениями с $M \approx 5$.

Повышенной активностью характеризуются структуры Большого Кавказа с продолжением через Каспийское море в структуры Копетдага (рис. 2), сопровождаясь заметным группированием событий в виде роев. Зарегистрированы Боргутанский рой в марте-апреле и осенью в Ставропольском крае, Заюковский рой в мае в Кабардино-Балкарии вблизи Армавиرو-Ессентукского разлома, Моздокский рой в Ингушетии на Северном Кавказе [15], Шекинский и Шамахинский рой в течение года – в Азербайджане [7, 105, 106], Дянеатинский и Сюльинский рой [25, 107, 108] – в Копетдаге. При этом Шекинский рой 2005 г. в Азербайджане является уже повторным после подобного события в 2004 г. [109, 110]. Известно [15], что даже малые сейсмотектонические деформации могут нарушить устойчивость горных масс, особенно на склонах. Боргутанский рой привел к появлению сейсмодислокаций вторичного типа в виде обвалов и оползней, которые нарушили систему водовода вблизи станции Боргутанской.

**Рис. 2.** Карта эпицентров землетрясений Северной Евразии с $M \geq 3.6$ за 2005 г.

На Северном Кавказе, в районе Заюково, 25 мая сошел **оползень**, сотрясения при движении которого были записаны на трех станциях («Куба-Таба», «Шиджатмаз» и «Лескен»), удаленных от оползня на расстояния $\Delta=30, 50$ и 55 км соответственно. Амплитудный спектр, построенный по записи смещения оползня, существенно отличается от спектров землетрясения и взрыва. На нем выделяются два максимума при $f_1=0.9$ Гц и $f_2=4$ Гц. В целом спектры землетрясения и взрыва более высокочастотны [15].

На юге исследуемой территории (рис. 2) самая высокая плотность землетрясений с $M \geq 3.6$ наблюдается традиционно в Таджикистане, в системах крупных разломов I порядка (Южно-Гиссарского, Илякско-Вахшского, Дарваз-Заалайского, двух Афгано-Южно-Памирских) в земной коре с $h \leq 40$ км и в структурах Памиро-Гиндукуша – в мантии с $h=70-280$ км [24]. Эти две разноуровневые системы сейсмичности взаимосвязаны и взаимозависимы, что наиболее заметно при сильнейших (с $M > 7$) Гиндукушских землетрясениях. Так, 8-балльное Гиндукушское землетрясение 3 марта 2002 г. с $M_w=7.3$ и $h_{pp}=233$ км [111], по-видимому, спровоцировало через три месяца в Афганистане три 9-балльных разрушительных коровых землетрясения 25 марта, 27 марта и 12 апреля 2002 г. с $M_w=6.1, 5.6$ и 5.9 [112] в ближней зоне, а в дальней зоне – серию сильных событий во всей Средней Азии [113]. И наоборот, сильнейшее ($M_w=7.6$) неглубокое ($h_{pp}=16$ км) землетрясение в приграничной зоне Кашмира с Пакистаном, произошедшее 8 октября 2005 г. [114], видимо, спровоцировало через два месяца довольно сильное ($M_w=6.5$) глубокое ($h_{pp}=224$ км) Гиндукушское землетрясение 12 декабря 2005 г. [24].

Следует отметить также значительную сейсмическую активность протяженной линейной структуры между меридианами 80 и 120° от Зайсана через Горный Алтай, Прибайкалье до Южной Якутии. В этой структуре реализовалось 12 землетрясений на уровне $M \geq 5$, три из которых локализованы на Алтае (15 февраля в 12^h41^m с $M=4.6$, 27 апреля в 07^h36^m с $M=5.3$, 22 августа в 08^h31^m с $M=4.7$ [48]), четыре – в Прибайкалье (2 января в 00^h24^m с $M=5.1$, 23 февраля в 19^h55^m с $M=5.3$, 21 августа в 22^h31^m с $M=4.6$, 19 сентября в 03^h27^m с $M=5.3$ [50]), пять – в Якутии (10 ноября в 19^h27^m с $M=4.9$, 10 ноября в 19^h29^m с $M=5.8$, 11 декабря в 15^h54^m с $M=5.7$, 14 декабря в 23^h12^m с $M=4.8$, 15 декабря в 10^h58^m с $M=4.7$ [64]).

Ниже рассматриваются, наряду с некоторыми из вышеупомянутых, и другие сильные или заметные в 2005 г. землетрясения Северной Евразии на всей территории (табл. 3, рис. 3), которые представляют интерес либо по положению очаговых зон, либо по макросейсмическим проявлениям.

Таблица 3. Сильные землетрясения Северной Евразии с $M_w=6.0-7.6$ и другие заметные события с $M=2.4-5.8$ в 2005 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K	Магнитуды		Регион, территория, название землетрясения
			φ°, N	λ°, E			M_S [1]	M_w [2]	
1	02.01.2005	00 24 39.1	56.66	117.93	13*	13.8	4.8	5.1	Прибайкалье и Забайкалье, Чарское-IV, $I_0=7$ [116]
2	18.01.2005	14 09 07	43.00	145.00	44			6.2	Курильские острова [57]
3	25.01.2005	22 21 56.1	69.88	138.89	14*	12.5	4.5	5.1	Якутия, Селенняхское, $I_0=6$ [117]
4	14.02.2005	23 38 09.5	41.80	79.18	31*	14.9	6.3	6.1	Кыргызстан, граница с Китаем, $I_0=7-8$ [118]
5	23.02.2005	19 55 11.2	52.35	101.59	22*	13.6	4.1		Прибайкалье и Забайкалье, Онотское, $I_0=6-7$ [119]
6	06.03.2005	05 21 40.4	84.92	99.72	23		6.1	6.3	Арктика [72]
7	13.03.2005	03 02 20.0	39.6	46.0	17*	12.0	4.2	4.7	Армения, Сисианское, $I_0=6$ [120]
8	25.03.2005	11 38 23.0	48.47	22.76	1.5 ^m	8.3	2.4		Закарпатье, Куштановицкое, $I_0=4-5$ [121]
9	14.05.2005	01 53 20.6	45.69	26.59	142*	13.1		5.2	Карпаты, зона Вранча, $I_0=5$ [122]
10	23.05.2005	19 17 11	67.71	64.49	10		2.5-3		Республика Коми, Воркутинское, $I_0=5$ [153]
11	18.06.2005	15 16 41.3	45.78	26.77	138*	13.2		5.0	Карпаты, зона Вранча, $I_0=4-5$ [122]

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K	Магнитуды		Регион, территория, название землетрясения
			φ° , N	λ° , E			M_S [1]	M_w [2]	
12	21.09.2005	02 25 08	44.10	146.40	102			6.0	Курильские острова [57]
13	21.09.2005	20 40 21.5	57.35	59.70	10			3.3	Свердловская область, Белореченское, $I_0=4$ [154]
14	08.10.2005	03 50 45	34.52	73.64	16*	17.7	7.6	7.6	Юг Северной Евразии, Пакистанское, $I_0=9-10$ [113-115]
	08.10.2005	10 46 27.9	34.72	73.14	14*		6.3	6.4	афтершок [102, 115]
	08.10.2005	12 08 26.8	34.61	73.23	14*		5.4	5.7	афтершок [102, 115]
	08.10.2005	12 25 20.0	34.78	73.14	20*		5.2	5.7	афтершок [102, 115]
	09.10.2005	08 30 00.5	34.74	73.22	12*		5.2	5.7	афтершок [102, 115]
15	15.10.2005	10 06 13	46.80	154.50	43*			6.1	Курильские острова [57]
	19.10.2005	02 33 28.3	34.78	73.08	13*		5.2	5.6	афтершок [102, 115]
16	10.11.2005	19 29 54.3	57.37	120.77	12*	15.7	5.7	5.8	Южная Якутия, Чаруодинское-I, $I_0=8$ [123]
17	11.12.2005	15 54 13.4	57.43	120.90	18*	14.8	5.5	5.7	Южная Якутия, Чаруодинское-II, $I_0=7$ [123]
18	12.12.2005	21 47 48	36.50	71.10	224	16.0		6.5	Таджикистан [24, 45, 46]
19	13.12.2005	12 14 44.5	45.71	26.72	134*	13.0		4.8	Карпаты, зона Вранча, $I_0=4$ [122]

Примечание. Знаком * отмечена глубина h по фазе pP из [2].

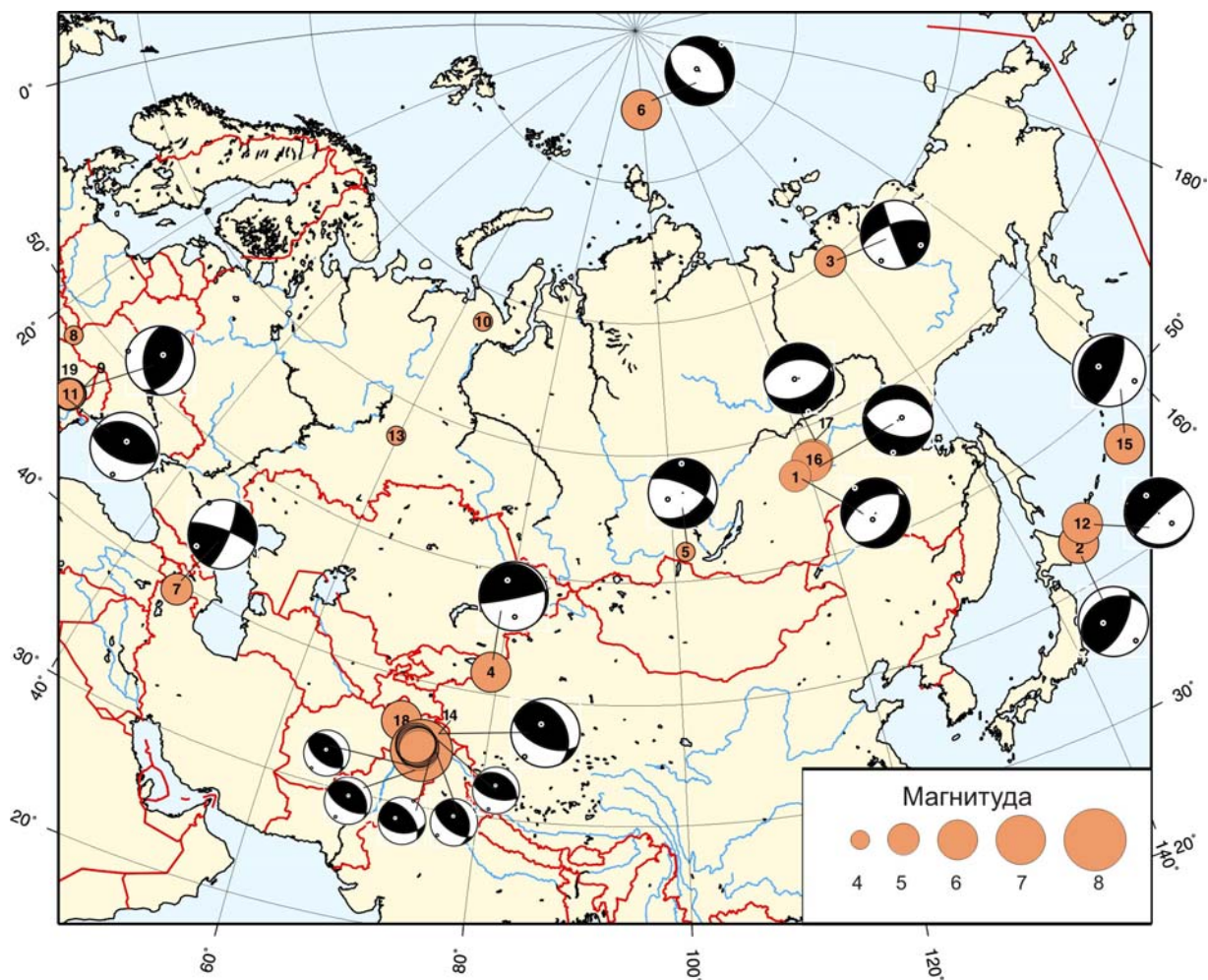


Рис. 3. Заметные землетрясения Северной Евразии в 2005 г. и стереограммы механизмов их очагов в проекции нижней полусферы по данным табл. 4

Сильнейшим в 2005 г. явилось землетрясение 8 октября в 03^h50^m с $MS=Ms=Mw=7.6$ у южных границ Северной Еразии, описанное в отдельной статье наст. сб. [114]. В разных источниках оно имеет два названия – Пакистанское [124, 125] и Кашмирское [126]. В Северном Пакистане, по данным NEIC [2], в результате землетрясения погибли 86000, ранены более 69000, крова лишились 4 млн человек. Здания уничтожены во многих городах. В Индии погибли 1350 и ранены – 6266 человек. Уничтожены, по меньшей мере, 32225 зданий. Произошли оползни и обвалы горных пород, разжижение грунта и песчаные фонтаны, во многих местах наблюдались сейши. Землетрясение ощущалось во всей Средней Азии. Интенсивность сотрясений на территории Таджикистана составила $I=5-6$ баллов в Хороге (345 км), 4–5 баллов – в Кулябе (470 км), 4 балла – в Душанбе (580 км), 2–3 балла в Худжанде (Ленинабаде) (690 км) [45]; в Узбекистане ощущалось в Карши с $I=3$ балла; в Казахстане ощущалось в Алматы [1].

Таблица 4. Механизм очагов заметных землетрясений 2005 г. по региональным и мировым данным

№	Агент-ство	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	MS	Mw	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	HRVD	02.01	00 24 39.1	13	4.8	5.1	7	319	14	51	74	203	34	40	-113	242	54	-72	[2]
2	HRVD	18.01	14 09 07	44		6.2	66	264	17	36	17	131	244	32	123	27	64	71	[2]
3	HRVD	25.01	22 21 56.1	14	4.5	5.1	21	112	64	332	16	208	251	64	4	159	87	154	[5]
4	HRVD	14.02	23 38 09.5	31	6.3	6.1	49	340	9	80	40	177	321	10	152	79	85	81	[2]
5	BYKL	23.02	19 55 11.2	22	4.1		16	358	34	99	51	247	49	42	-148	294	69	-53	[51]
6	HRVD	06.03	05 21 40.4	23	6.1	6.3	0	39	8	129	82	307	121	45	-102	318	46	-78	[2]
7	ZUR	13.03	03 02 20.0	17	4.2	4.7	18	246	72	71	1	337	290	78	166	23	77	12	[2]
9	HRVD	14.05	01 53 20.6	142		5.2	76	29	14	196	3	286	31	44	111	183	50	71	[2]
11	HRVD	18.06	15 16 41.3	138		5.0	77	22	0	113	13	203	293	32	90	112	58	90	[2]
12	HRVD	21.09	02 25 08	102		6.0	38	323	8	227	51	127	97	10	-40	226	84	-98	[2]
14	HRVD	08.10	03 50 45	16	7.6	7.6	68	334	20	128	9	221	334	40	123	114	57	65	[2]
a-к	HRVD	08.10	10 46 27.9	14	6.3	6.4	78	349	10	135	7	226	328	39	107	127	53	77	[2]
a-к	HRVD	08.10	12 08 26.8	14	5.4	5.7	73	5	9	126	15	218	321	31	108	121	60	80	[2]
a-к	HRVD	08.10	12 25 20.0	20	5.2	5.7	65	292	25	121	3	30	96	47	55	321	53	122	[2]
a-к	HRVD	09.10	08 30 00.5	12	5.2	5.7	68	354	18	139	12	232	344	37	121	127	59	69	[2]
15	HRVD	15.10	10 06 13	43		6.1	64	289	1	22	26	112	206	20	94	21	71	88	[2]
a-к	HRVD	19.10	02 33 28.3	13	5.2	5.6	73	353	8	110	15	202	303	31	105	106	60	81	[2]
16	HRVD	10.11	19 29 54.3	12	5.7	5.8	8	188	8	279	79	53	269	38	-103	105	53	-80	[2]
17	HRVD	11.12	15 54 13.4	18	5.5	5.7	1	164	11	74	79	262	265	45	-75	64	47	-105	[2]
18	HRVD	12.12	21 47 48	224		6.5	78	299	10	87	6	178	279	40	106	80	52	77	[2]
19	HRVD	13.12	12 14 44.5	134		4.8	53	156	22	34	28	292	339	26	33	219	76	112	[2]

В тектоническом плане землетрясение возникло в северо-западной части Гималаев и сопровождалось выходом очага на поверхность на центральном отрезке известного, выявленного еще до сейсмического события, активного разлома Балакот-Багх [126] в виде главного правостороннего взбросо-сдвига общей длиной $L \sim 75 \pm 5$ км, простирающегося с юго-востока на северо-запад (рис. 4). Взброшено северо-восточное крыло. Поверхность взбросо-сдвига (а местами он представляет собой надвиго-сдвиг) погружается на северо-восток под углами около 50°. Амплитуда вертикального смещения составляет примерно 1.7 м, хотя на северо-восточном сегменте сейсморазрыва полное смещение (горизонтальное плюс вертикальное) достигает 7 м.

Для оценки величины полного смещения и изучения сейсмической истории очаговой зоны Пакистанского землетрясения в районе г. Музаффарабад вкостр простираения центрального сегмента были пройдены траншеи, по материалам их документирования были сделаны палеосейсмогеологические заключения [128]. Толчок 2005 г. вызвал полное смещение в 5.4 м, как и предыдущий толчок, с которым была связана похожая по размерам деформация. При этом вертикальное смещение измерялось величиной 1.5–1.7 м. Данные радиоуглеродного датирования и исторические источники позволяют грубо оценить время возникновения предыдущего сильного землетрясения в период 500 и 2200 лет назад, хотя вскрытый стратиграфический разрез охватывает примерно 4 тысячи лет и дает основание считать интервал повторяемости землетрясений типа толчка 2005 г. около одного раза в 2 тысячи лет.

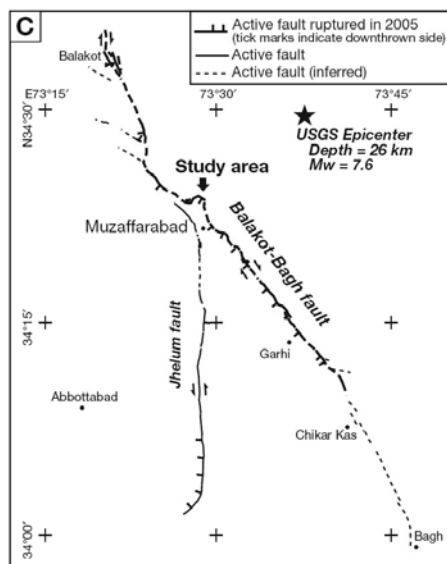


Рис. 4. Карта зоны активного разлома Балакот-Багх, обновившегося при Пакистанском землетрясении 2005 г. в виде первичного сейсморазрыва

Линии активных разломов показаны по данным [127], положение сейсморазрыва главного толчка – по [126], эпицентр – главный толчок изображен звездой (рядом даны глубина и магнитуда), жирной стрелкой указано положение участка исследований в траншеях.

Собранные данные позволяют заключить, что очаг сейсмического события 2005 г. не был связан с грандиозным взбросом на границе литосферных плит (с Главным Пограничным взбросом Гималаев), но возник в зоне внутриплитного активного разлома в Низких Гималаях, с которым связана Индо-Кохистанская сейсмоактивная зона. Соответственно, накопленные упругие напряжения на северо-западной границе Индо-Азиатской зоны коллизии не были существенно сброшены при этом землетрясении.

Согласно решению механизма его очага [2], землетрясение реализовалось в условиях преобладания близгоризонтальных напряжений сжатия, ориентированных на юго-запад ($AZM=221^\circ$) (табл. 4). Движение в очаге типа взброс по обеим нодальным плоскостям с компонентами правостороннего сдвига по $NP1$ и левостороннего – по $NP2$. При этом хорошо объясняется подвижка типа взброс по поверхности диагональной, северо-западной ориентировки ($STK=334^\circ$) с небольшой компонентой правого сдвига по $NP1$ в решении HRVD. Такое простирание хорошо согласуется и с ориентировкой вышедшего на поверхность разрыва (рис. 5), и с ориентировкой продольной оси облака многочисленных ($N=1367$ [102]) афтершоков (рис. 6) [114], однако форшоков не было. Для 33 афтершоков имеются решения механизма их очагов [115], согласно которым во многих из них унаследован тип движения главного толчка, но с некоторыми вариациями простирания нодальных плоскостей [114].

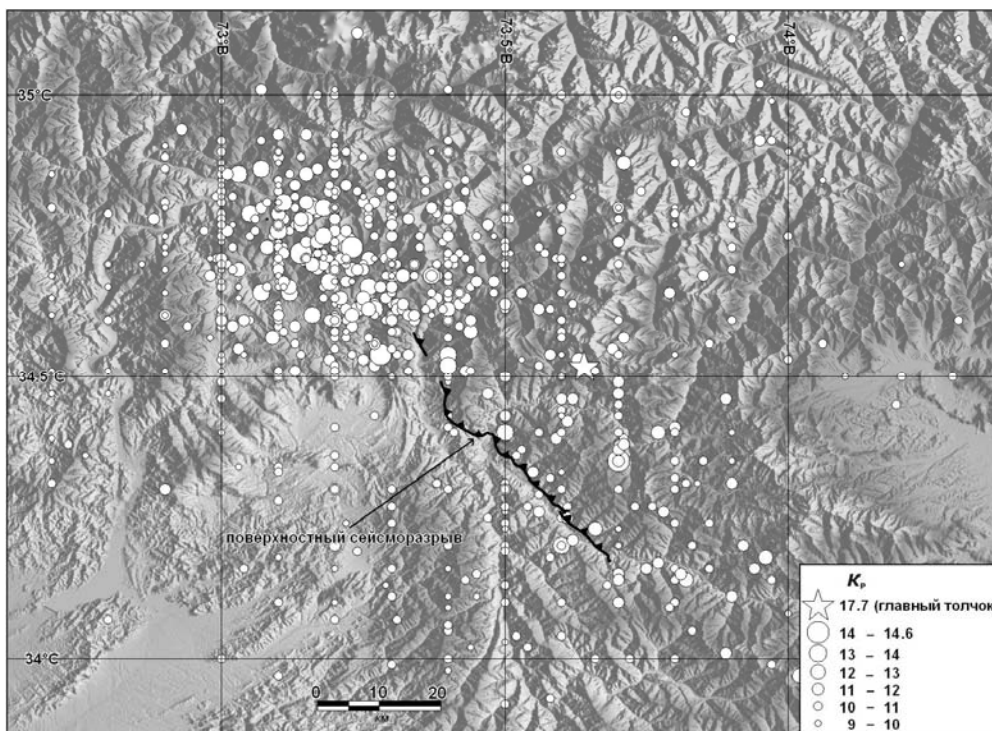


Рис. 5. Цифровая карта рельефа эпицентральной области Пакистанского землетрясения (составлена А.Н. Овсянченко)

Черными линиями показана закартированная зона поверхностного сейсморазрыва по [126], белыми кружками обозначены эпицентры афтершоков землетрясения с размерами, соответствующими энергетическому классу по [102].

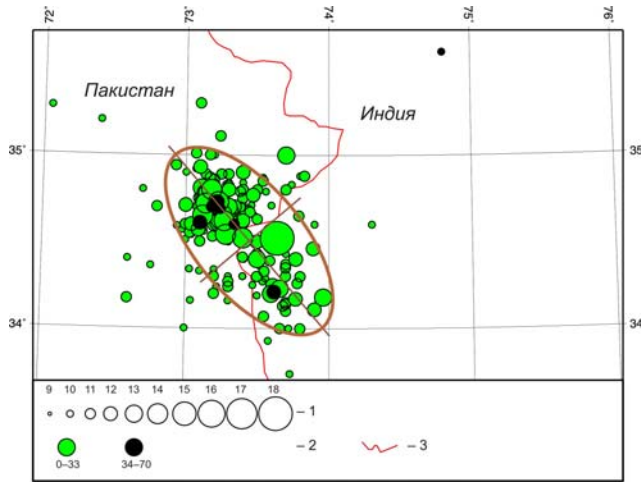


Рис. 6. Поле начальных афтершоков Пакистанского землетрясения за 20^h после него

1 – энергетический класс K_p ; 2 – глубина h гипоцентра, км; 3 – государственная граница.

В Таджикистане следует еще отметить воздействие сильного ($K_p=16.0$, $M_w=6.5$) Гиндукушского землетрясения, произошедшего 12 декабря в 21^h47^m [24]. Согласно NEIC [2], погибло 6 человек, убито 300 голов рогатого скота и разрушено 100 домов в Бадахшане. Интенсивность сотрясений составила 5 баллов в Чарикаре, Лахоре, Равалпинди, 4 балла – в Кабуле, Аттабаде и Исламабаде, Барамуле, Фарьябаде и Ури. Оползни блокировали несколько дорог. По данным [45], в Таджикистане оно ощущалось с интенсивностью $I=5$ баллов в Душанбе (300 км) и Нуреке (255 км), 4–5 баллов – в Джиргатале (305 км), 4 балла – в Игроне (250 км), 3–4 балла – в Гарме (285 км). Землетрясение возникло в условиях существенного превалирования близмеридиональных напряжений сжатия (табл. 4), что вызвало по

обеим близширотным нодальным плоскостям подвижки типа взброс с компонентами правостороннего сдвига по плоскости $NP1$ и левостороннего – по $NP2$.

В диапазоне магнитуд $M_w=6.0–6.9$ (табл. 3) реализовались еще три землетрясения в Курило-Охотском регионе (18 января в 14^h09^m с $M_w=6.2$, 21 сентября в 02^h25^m с $M_w=6.0$, 15 октября в 10^h06^m с $M_w=6.1$) и по одному в Центральной Азии (14 февраля в 23^h38^m с $M_w=6.1$) и Арктике (6 марта в 05^h21^m с $M_w=6.3$).

В Курило-Охотском регионе землетрясение (2 в табл. 4) с $M_w=6.2$ и $h_{pP}=(44\pm 1.0)$ км, отмеченное 18 января в 14^h09^m, вызвало на востоке о. Хоккайдо сотрясения с интенсивностью $I=V$ по шкале JMA [129], или $I=7$ баллов по шкале MSK-64 [130]. В пределах российских государственных границ сотрясения с интенсивностью $I=3$ балла наблюдались в пос. Малокурильское (о. Шикотан, $\Delta=180$ км) и в пос. Южно-Курильск (о. Кунашир, $\Delta=135$ км), 2–3 балла – в г. Курильск (о. Итуруп, $\Delta=338$ км) [13, 57]. Очаг землетрясения сформировался в условиях близгоризонтального напряжения сжатия и более крутого напряжения растяжения. Одна из возможных плоскостей разрыва имела северо-восточное простирание ($STK_2=41^\circ$) и крутое падение на юго-восток. Вторая возможная плоскость разрыва имела юго-западное простирание ($STK_1=236^\circ$) и полого падала на северо-запад (табл. 4). Выбор главной плоскости разрыва в этом случае сделать нельзя, т.к. обе плоскости ориентированы вдоль тектонических структур региона. Подвижка в очаге носила характер взброса [59].

В промежуточном интервале глубин самое сильное ($M_w=6.0$) землетрясение произошло 21 сентября в 02^h25^m с $h_{pP}=(102\pm 0.8)$ км. Оно вызвало колебания с интенсивностью $I=4–5$ баллов в пос. Малокурильское ($\Delta=35$ км), 4 балла – в пос. Южно-Курильск ($\Delta=43$ км), 3 балла – в г. Курильск ($\Delta=173$ км, а также ощущалось на территории Японии в г. Куширо (о. Хоккайдо) и г. Мисава (о. Хонсю) [13, 57]. Очаг землетрясения характеризуется преобладающим напряжением растяжения. Одна из возможных плоскостей разрыва имела юго-западное простирание ($STK_2=227^\circ$) и круто падала на северо-запад, вторая возможная плоскость разрыва имела субширотное простирание ($STK_1=97^\circ$) и полого падала на юг (табл. 4). Подвижка в очаге носила характер поддвига [59].

Землетрясение 15 октября в 10^h06^m с $M_w=6.1$ зарегистрировано на глубине $h_{pP}=(43\pm 0.9)$ км. Оно ощущалось на востоке и юго-востоке о. Хоккайдо. Очаг данного землетрясения характеризуется близгоризонтальным напряжением сжатия и субвертикальным напряжением растяжения (табл. 4). Обе плоскости разрыва имели субширотное простирание, подвижка в очаге носила характер взброса (рис. 3).

В Центральной Азии землетрясение с магнитудой $M_S=6.3$, произошедшее 14 февраля в 23^h38^m, локализовано в структурах Северного Тянь-Шаня на границе Кыргызстана с Китаем в

северо-восточных отрогах хр. Кокшаал-Тоо (рис. 2, 3) [118]. По данным NEIC в [2], в Китайской провинции Виши было разрушено или повреждено свыше 6000 зданий и сооружений. В Кыргызстане интенсивность сотрясений составила 5–6 баллов в Энылчек (35 км), 5 баллов – в Кенсу (70 км) и Каракол (125 км) [42]; в Казахстане – 4–5 баллов в г. Алматы (240 км) [44].

Для территории Тянь-Шаня имеются сведения [131] о положении, морфокинематике, времени и степени проявления подвижности активных разломов. Эпицентр землетрясения 14 февраля, согласно определению координат по данным близких станций Кыргызстана [118], приурочен к региональному разлому восток–северо-восточного простирания, не имеющему собственного названия и демонстрирующему взбросовую кинематику с небольшой сдвиговой составляющей. Разлом проявляет умеренную активность (скорость смещений около 1 мм/год) на протяжении позднего плейстоцена и голоцена. Вероятно, этот разлом представляет собой продолжение дизъюнктива, простирающегося в северо-восточном направлении с территории КНР [132]. Простирание этого активного разлома соответствует ориентации длинной оси овального в плане облака эпицентров афтершоков (см. рис. 9 в [118]).

В пользу такой приуроченности сейсмического очага говорит также положение плоскости $NP2$ решения фокального механизма главного толчка по HRVD (табл. 4, рис. 3). При этом по близвертикальной ($DP=85^\circ$) плоскости $NP2$ осуществился почти чистый взброс. Такая кинематика смещений по разломам характерна для юго-восточной части Тянь-Шаня. Интересно, что альтернативная плоскость $NP1$ имеет простирание вкрест ориентировки основных складок и разломов этой области. На имеющихся картах разрывных нарушений северо-западного Китая и Средней Азии такие дислокации очень редки [132, 133].

В Арктике в 2005 г. наблюдался максимум сейсмической активности, похожий на ситуацию в 1992 г., т.е. через 13 лет [71]. Он выражен роем из восьми сильных ($M_w \geq 5.0$) землетрясений с 6 по 18 марта с главным толчком 6 марта в 05^h21^m с $M_w=6.3$, который за 20^m предварялся форшоком $M_w=5.3$. Подвижки во всех очагах этого роя типа сброс по обеим нодальным плоскостям [71, 73]. Ось T ориентирована субортогонально оси хр. Гаккеля (рис. 2 б в [71]).

В диапазоне магнитуд $M_w=5.0-5.9$ зарегистрированы в 2005 г. семь землетрясений (табл. 3), из которых три локализованы в Якутии (25 января в 22^h21^m с $M_w=5.1$, 10 ноября в 19^h29^m с $M_w=5.8$, 11 декабря в 15^h54^m с $M_w=5.7$) и по два – в Прибайкалье (2 января в 00^h24^m с $M_w=5.1$, 23 февраля в 19^h55^m с $M_w=5.0$) и на Карпатах (14 мая в 01^h53^m с $M_w=5.2$, 18 июня в 15^h16^m с $M_w=5.1$). Сюда же добавим еще и третье землетрясение на Карпатах с близкой магнитудой $M_w=4.8$, произошедшее 13 декабря в 12^h14^m , т.е. на следующий день после Гиндукушского 12 декабря в 21^h47^m с $M_w=6.5$, описанного выше. Землетрясения 12 декабря в Гиндукуше и 13 декабря во Вранче принадлежат внутриконтинентальным зонам землетрясений с промежуточной глубиной очага – Памиро-Гиндукушской и Вранчской. Эти зоны занимают существенно разные объемы и характеризуются разными максимальными глубинами: до 170 км – во Вранче и до 300 км – в Гиндукуше.

В Якутии, как и на всей территории России, наиболее интересным и значимым событием 2005 г. явился Чаруодинский рой, который произошел в конце 2005 г. в Южной Якутии между Байкальской рифтовой зоной и Становой складчатой системой. Сильнейшие два толчка внутри роя возникли 10 ноября с $M_w=5.8$ и 11 декабря с $M_w=5.7$ в 9 км друг от друга. Они сопровождались большими сериями афтершоков, т.е. имело место наложение мощного роевого и афтершоковых процессов. Общее число толчков до конца года превысило 3 тыс. Эпицентры роя образовали компактную группу (рис. 7) с площадью 900 км^2 (длина – 40 км, ширина – 24 км) и близкую по форме к эллипсу, большая ось которого ориентирована в северо-восточном направлении. При глубинах очагов толчков роя от 5 до 29 км его объем в земной коре составил 22 тыс. км^3 . Расчетная интенсивность сотрясений в их эпицентрах составила 8 и 7 баллов. Общие площади ошутимости от этих толчков достигли 515 и 300 тыс. км^2 соответственно.

В то же время Чаруодинский рой 2005 г. фактически продолжил в этом же районе предыдущий рой – Олдонгсинский 1997 г., который в течение 1997–1999 гг. действовал активно, ежегодно генерируя до 500 землетрясений, затем начался постепенный спад вплоть до появления Чаруодинского роя. Если учесть, что максимальное расстояние между сильными землетрясениями первого и второго роев около 24 км, то предположительно средняя скорость v миграции сейсмического процесса в пределах Олёмно-Чарского нагорья за восемь лет около $v=3 \text{ км/год}$.

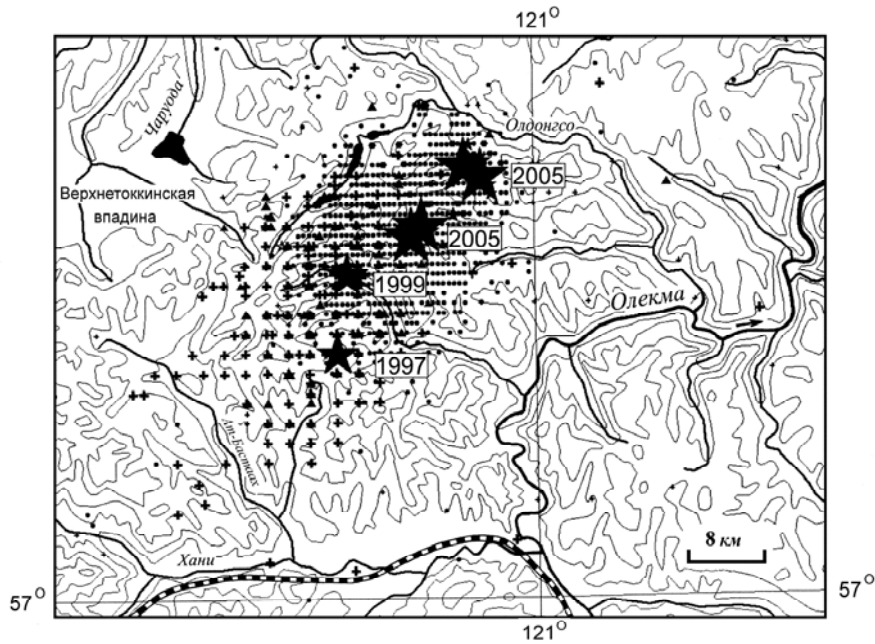


Рис. 7. Пространственное распределение эпицентров землетрясений Олдонгсинского 1997 г. (помечены крестиком) и Чаруодинского 2005 г. (помечены точками) роев в бассейне р. Олёкмы и ее левого притока Олдонгсо из [123]

Очевидна связь роевых явлений 1997 и 2005 гг. между собой. Они вызваны общим процессом деструкции земной коры в данном районе, обусловленным подвижками вдоль крупных глубинных разломов. В рассматриваемом регионе стиль современной геодинамики и сейсмотектоники определяют активизированные в новейший этап времени подвижные системы – Байкальская рифтовая зона (БРЗ) и Олекмо-Становое складчато-блоковое орогенное поднятие [134]. Именно ими определяется основной структурный каркас территории и контролируются главные зоны возникновения очагов землетрясений (сейсмогенерирующие зоны). Наиболее сложна по строению БРЗ, которая представляет собой глубинную структуру левосдвигово-раздвигового типа мантийного заложения. Орогенное поднятие Станового хребта на этом фоне может считаться более просто устроенной сдвиго-взбросовой орогенной системой [134, 135]. При переходе от одной системы к другой быстро изменяются современная морфокинематика разрывных нарушений, морфоструктура отдельных локальных поднятий и структурный стиль молодых впадин, широко развитых в этих тектонических подразделениях. Условия формирования очагов землетрясений в двух указанных подвижных системах также различны.

При этом граница между этими системами представляется достаточно резкой, проходящей по Олекминской системе трансформных разломов близмеридионального простирания. Структурные черты БРЗ не прослеживаются в Олекмо-Становой орогенной системе. Морфокинематика активных разломов меняется кардинально. Основное восток–северо-восточное простирание разрывных нарушений, свойственное для БРЗ, сменяется близширотным в Олекмо-Становой системе. Левосторонние сбросо-сдвиги, образующие БРЗ, замещаются к востоку левосторонними и правосторонними взбросо-сдвигами. Локальные молодые впадины в БРЗ имеют грабеновое строение, а в Олекмо-Становой системе – рамповое или полурамповое. Межвпадинные перемычки и поднятия в БРЗ подставляются друг друга по простиранию кулисообразно, а в Олекмо-Становой системе – образуют протяженные линейные цепочки. Кроме всего сказанного, в Олекмо-Становой орогенной системе заметно снижается сейсмический потенциал – максимальная магнитуда ожидаемых землетрясений. Принципиально различаются также типичные фокальные механизмы очагов сильнейших сейсмических событий. Сама Олекминская зона разломов характеризуется в основном правосторонними взбросо-сдвиговыми смещениями по отдельным нарушениям. При этом обычно опущено более западное крыло разломов. По-видимому, вся область БРЗ с этих позиций оказывается в тектоническом отношении более опущенной, чем располагающаяся к востоку Олекмо-Становая орогенная система. Эпицентральные области Чаруодинского и Олдонгсинского роев как раз относятся к Олекминской системе трансформных разломов (рис. 8).

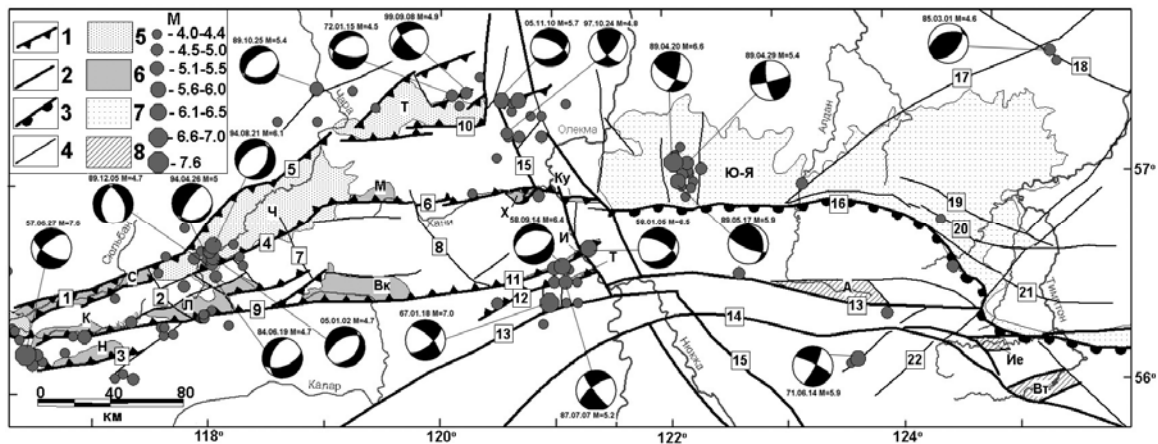


Рис. 8. Сейсмотектоническая схема района [134]

1 – рифтогенные сбросо-сдвиги; 2 – шовные, глубинные разломы; 3 – взбросо-надвиги; 4 – активные разломы второго порядка; 5 – рифтовые впадины; 6 – эмбриональные рифтовые впадины; 7 – Южно-Якутский мезозойский прогиб; 8 – прогибы Станового поднятия, выполненные мезозойскими отложениями; М – магнитуды землетрясений.

Активные разломы: 1 – Сьюльбанский; 2 – Леприндоканский; 3 – Намаркитский; 4 – Новочарский; 5 – Кодарский; 6 – Ханийский; 7 – Кеменский; 8 – Олондинский; 9 – Чина-Вагатский; 10 – Токкинский; 11 – Имангринский; 12 – Тас-Юряхский; 13 – Северо-Становой; 14 – Южно-Становой; 15 – Олекминский (Темулякитский); 16 – Южно-Якутский; 17 – Янгинский; 18 – Нимнырский; 19 – Кабактинский; 20 – Нижне-Нерюнгринский; 21 – Беркакитский; 22 – Тимптонский.

Рифтовые впадины: С – Сьюльбанская; К – Куандинская; Н – Намаракитская; Л – Лурбунская; Ч – Чарская; Т – Токкинская; М – Муруринско-Читкандинская; Х – Ханийская; Вк – Верхнекаларская; Ку – Кудулинская; И – Имангра-Чебаркаркасская; Т – Тас-Юряхская.

Мезокайнозойские прогибы: Ю-Я – Южно-Якутский; А – Алданский; Ие – Иенгрский; Вт – Верхне-Тимптонский. Показаны стереограммы механизмов очагов землетрясений в нижней полусфере по [135–137].

В этой зоне, кроме разломов север–северо-западного заложения, наиболее ярким представителем которых является Олекминский (Темулякитский) дизъюнктив, имеется ряд тектонических нарушений близширотного (восток–северо-восточного) простирания. Таковы разломы Токкинской системы, с севера и юга обрамляющие одноименную впадину. Вдоль тектонических нарушений Олекминской системы возник Олдонгсинский рой 1997 г. с реализацией событий со взбросо-сдвиговым типом смещений в очагах по действующим плоскостям северо-западного или север–северо-западного простирания. Перераспределение и концентрация их на северо-восточном фланге роя, куда к 2001 г. переместились эпицентры сейсмических событий, вызвало «оживление» разломов субширотного простирания и возник Чароудинский рой 2005 г. Наиболее сильные сейсмические толчки Чароудинского роя оказались приуроченными к северной части Токкинской системы разломов, и, в соответствии с их простиранием, действующие плоскости в очагах характеризовались северо-восточной ориентировкой и сбросо-сдвиговым типом смещений. Таким образом взбросо-сбросо-сдвиговое поле напряжений, присутствующее Олдонгсинскому рою, сменилось на сбросовое. Во всех очагах Чароудинского роя произошли сбросовые подвижки в условиях растяжения. Вероятно, происходит активное деформирование восточного борта Верхнетоккинской впадины, что позволяет сделать вывод о возможности продвижения процессов рифтогенеза на восток.

Очаг Селенняхского землетрясения в Якутии [117], в соответствии с его основными сейсмологическими и макросейсмическими проявлениями, был локализован 25 января в $22^{\text{h}}21^{\text{m}}$ с $M_w=5.1$ в пределах одноименного хребта. Облако эпицентров афтершоков образовано компактной группой сейсмических толчков на северо-восточном склоне этого хребта и размещено между двумя локальными Ат-Юряхским и Иргичанским тектоническими нарушениями северо-западного простирания, трассируемыми, соответственно, вдоль бортов Ат-Юряхской и Иргичанской кайнозойских впадин. Эпицентр основного толчка приурочен к зоне Ат-Юряхского разлома. Глубина залегания гипоцентров повторных толчков Селенняхского землетрясения составила 9–28 км. Существенной особенностью афтершоковой последовательности является то, что пространственно облако ее эпицентров вытянуто в юго-западном направлении от эпицентра главного толчка (рис. 9). Такое положение повторных толчков близко к простиранию нодальной плоскости NPI в решении механизма очага Селенняхского землетрясения по HRVD и ориентировано вкрест линий местных активных разломов.

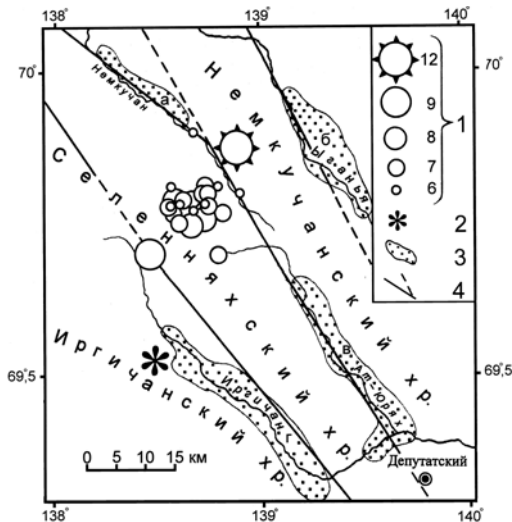


Рис. 9. Карта эпицентров афтершоков Селеняхского землетрясения 25 января 2005 г. с $M_w=5.1$ [117]

1 – энергетический класс K_p ; 2 – инструментальный эпицентр ($\varphi=69.5^\circ N$, $\lambda=138.5^\circ E$) Иргичанского землетрясения 19.04.1962 г. с $MLH=6.2$ по [138]; 3 – кайнозойские впадины: а – Немкучанская, б – Ыганьинская, в – Ат-Юряхская, г – Иргичанская; 4 – разломы по [139, 140], установленные и предполагаемые (пунктир).

дущего сильного Чарского-III землетрясения 28.06.2004 г. такой же величины $M_w=5.1$ [141] на фоне затухающей активности его афтершоков. За двое суток до землетрясения 2 января в этой очаговой области сейсмические события отсутствовали, и только за 17^м до момента землетрясения был зафиксирован один слабый форшок с $K_p=6.3$. Афтершок с максимальным для новой последовательности энергетическим классом $K_p=11.5$ зарегистрирован 22 января [50].

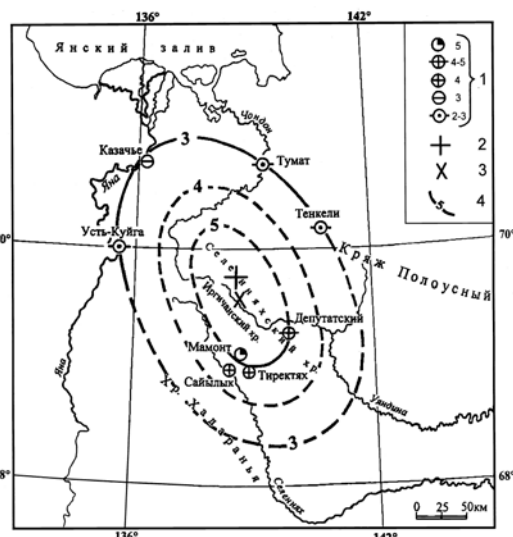


Рис. 10. Карта изосейст Селеняхского землетрясения 25 января в 22^h21^m с $M_w=5.1$ [117]

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64; 2, 3 – эпицентр, инструментальный и макросейсмический соответственно; 4 – изосейста.

Изучение макросейсмического эффекта Селеняхского землетрясения (рис. 10) показало, что длинные оси изосейст высших баллов ориентированы вдоль зон разломов северо-западного простирания, простирающихся в том же направлении, что и нодальная плоскость $NP2$ в решении фокального механизма.

Такая рассогласованность основных проявлений землетрясения может объясняться тем, что зона, заключенная между Ат-Юряхским и Иргичанским левосторонними сдвигами, к которым приурочены эпицентры главного события и сильнейшего афтершока, могла в результате основного толчка оказаться в обстановке локального сжатия и породила серию афтершоков, эпицентры которых приурочены к локальному поперечному блоку. При этом основной толчок все же, по-видимому, был связан с зоной Ат-Юряхского разлома, и действующая плоскость в очаге соответствовала смещению по нодальной плоскости $NP2$. Об этом говорят результаты макросейсмического обследования землетрясения.

В Прибайкалье и Забайкалье уровень $M_w=5.1$ ($K_p=13.8$) зарегистрирован 2 января 2005 г. для Чарского-IV землетрясения [116], произошедшего на северо-восточном фланге Байкальской рифтовой зоны, в эпицентральной области преды-

дущего сильного Чарского-III землетрясения 28.06.2004 г. такой же величины $M_w=5.1$ [141] на фоне затухающей активности его афтершоков. За двое суток до землетрясения 2 января в этой очаговой области сейсмические события отсутствовали, и только за 17^м до момента землетрясения был зафиксирован один слабый форшок с $K_p=6.3$. Афтершок с максимальным для новой последовательности энергетическим классом $K_p=11.5$ зарегистрирован 22 января [50].

Очаг Чарского-IV землетрясения так же, как и очаг Чарского-III толчка 2004 г. [141], приурочен к южному разломному обрамлению Чарской рифтовой впадины, сформированной на северо-восточном фланге Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) [4]. 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 основной ста-

ты [116]. Кроме того, в эпицентральной зоне землетрясения прослежен поперечный дизъюнктив запад–северо-западного простирания, выраженный в рельефе в виде узкой депрессии.

Однако с этим нарушением очаг землетрясения связан быть не может в силу ориентировки обеих нодальных плоскостей решения фокального механизма в северо-восточном или близширотном направлении. На карте эпицентров афтершоков землетрясения (рис. 1 и 2 основной статьи [116]) видно, что облако повторных толчков приурочено к зоне Ново-Чарского разлома и имеет в плане неярко выраженную овальную форму. Длинная ось овала ориентирована с юго-запада на северо-восток и в целом грубо соответствует простиранию этого разлома. Учитывая, что Ново-Чарский разлом характеризуется погружением плоскости сместителя в северном направлении, из двух альтернативных плоскостей решения фокального механизма главного толчка следует выбрать в качестве действующей ту, которая ориентирована в близширотном направлении. Смещения в очаге по этой достаточно крутой плоскости должны были носить сбросо-левосдвиговую кинематику с опущенным северо-западным крылом, что вполне типично для разломов, обрамляющих впадины северо-восточного фланга БРЗ.

Инструментальный эпицентр Оротского землетрясения 23 февраля в 19^h55^m зарегистрирован в 5–7 км к юго-западу от линии Главного Саянского разлома. В эпицентральной области наблюдается сложный дизъюнктивный узел. Здесь (рис. 11) сочленяются диагональный Главный Саянский разлом (ГС) северо-западного простирания, близширотный разлом Тисса (Т) и Китойский дизъюнктив (К) северо-восточного простирания [131].

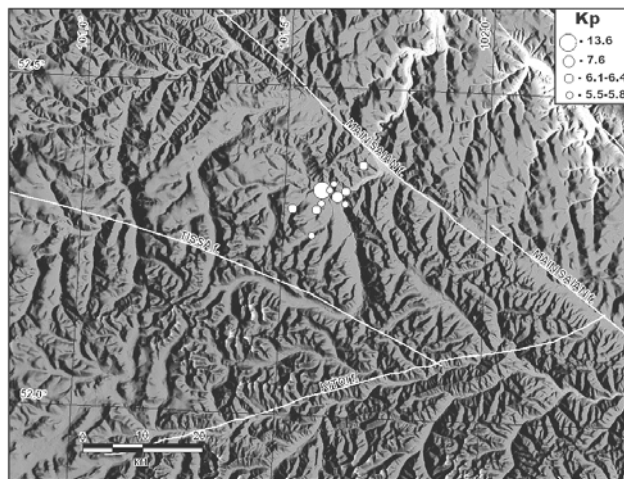


Рис. 11. Положение эпицентров главного толчка и афтершоков Оротского землетрясения на цифровой карте рельефа с показом основных активных разломов по [131] (составил А.Н. Овсяченко)

Все три разлома можно признать активными на современном этапе. В позднем плейстоцене и голоцене (в последние 100000 лет) разломы ГС и К демонстрируют геологические смещения со скоростью до 1 мм/год. На своем восточном окончании разлом Тисса приобретает запад–северо-западное простирание. Этот разлом активен в историческое время и в современности. Характерная кинематика тектонических нарушений ГС и Т – взброс с левосдвиговой составляющей (в первом случае взброшено юго-западное крыло, а во втором – южное), а для разлома К – чистый взброс (взброшено юго-восточное крыло). Следует отметить, что на Карте разломов территории СССР [142] Главный Саянский разлом показан в виде двух параллельных ветвей – северо-восточной, более активной, и юго-западной, выраженной в рельефе значительно хуже.

Согласно решению фокального механизма [51], установлено, что в очаге Оротского землетрясения при субмеридиональном близгоризонтальном растяжении и северо-восточном (в северных румбах) наклонном сжатии по наклонным плоскостям разрывов северо-восточного и близширотного (запад–северо-западного) простираний реализовались сбросо-сдвиговая и сдвиго-сбросовая подвижки соответственно (рис. 3). По своей ориентировке в недрах эти нодальные плоскости приблизительно соответствуют положению разломов Т и ГС, т.е. эти данные свидетельствуют о реализации очага по основной зоне Главного Саянского разлома, а не в системе относительно непротяженных оперяющих разломов.

Из двух плоскостей в качестве действующей следует выбрать вторую, поскольку сбросо-левосдвиговые смещения характерны для всей системы Главного Саянского разлома. Таким образом, юго-западную ветвь Главного Саянского разлома можно признать ответственной за возникновение Оротского землетрясения в связи с полным соответствием его эпицентра и зоны этого тектонического нарушения. Вторая плоскость совпадает с Китайским разломом, но для данного нарушения характерны смещения типа чистого взброса, чего не наблюдается по данным решения фокального механизма. Имеющиеся решения механизма для других землетрясений в зоне разлома ГС и его оперения (рис. 3 основной статьи) демонстрируют именно такой характер подвижки по нодальным плоскостям.

В Карпатском регионе ощутимые в Республике Молдова землетрясения 14 мая, 18 июня и 13 декабря 2005 г. [122] с $M_w=5.2, 5.0, 4.8$ (табл. 4), по-видимому, являются продолжением активизации, начавшейся 27 сентября и 27 октября 2004 г. землетрясениями с $M_w=4.8, I_0=4-5$ и $M_w=5.8, I_0=6$ [143–145]. Гипоцентры землетрясений 2005 г. располагались в верхней мантии на глубинах $h^*=142, 138, 134$ км. Эти подкоровые землетрясения возникли 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 возможным только констатировать, что в каждом из трех случаев одна из нодальных плоскостей, установленных при решении фокального механизма, во всех вариантах модели в целом крутая и ориентирована параллельно простиранию северо-восточного и юго-восточного отрезков Карпатской горно-складчатой дуги: при толчке 14 мая и 13 декабря – с юго-юго-запада на север-северо-восток, а при толчке 18 июня – с запад-северо-запада на восток-юго-восток [29]. Смещение в очаге по всех случаях представляло собой взброс с небольшой сдвиговой составляющей. Такие очаги являются вполне типичными для сейсмической зоны Вранча [146].

В то же время, по материалам изучения сейсмических воздействий на поверхности, опубликованным в наст. сб. [122], направление простирания длинных осей высших изосейст землетрясения 14 мая указывает на ориентировку очага в север-северо-восточном направлении, а для события 18 июня – скорее в близмеридиональном. Таким образом установить точно положение действующей плоскости в очаге на основании этих данных не представляется возможным.

На **Кавказе** значение $M_{\max}=\pm 5$ характеризует главный толчок Сисианского землетрясения 13 марта на юге Республики Армения с интенсивностью в эпицентре $I_0=6$ баллов [120]. Название землетрясению дано по ближайшему населенному пункту, где оно ощущалось: очаг расположен в 9 км северо-западнее от г. Сисиан. Глубина залегания очага, определенная по макросейсмическим данным, равна $h_{10M}=18-25$ км. Землетрясение имело сложный характер: оно оказалось связанным со сдвоенным основным толчком, с разницей во времени, равной 8^s ($t_{01}=13^h02^m12^s, t_{02}=13^h02^m20^s$). Еще более сложной оказалась неоднозначность в определении положения его эпицентра по близким и далеким станциям, как это видно на рис. 2 [120].

Инструментальный эпицентр НССЗ Армении расположен в 80 км южнее решений других агентств. Вблизи решения НССЗ на рис. 3 [120] находится только эпицентр по данным сейсмических станций Ирана. Все другие решения, образуя компактную группу (кроме ВЛ), расположены севернее, включая и решение Азербайджана (АЗ). Там же находятся и все афтершоки.

Для территории Армении имеются сведения о положении, морфокинематике, времени и степени проявления подвижности активных разломов [131, 147]. По этим материалам эпицентр землетрясения 2005 г., согласно определению координат по данным близких станций сети НССЗ Армении, приурочен к Ханарасарскому разлому северо-западного простирания, демонстрирующему правосдвиговую кинематику с небольшой взбросовой составляющей (приподнято северо-восточное крыло). Разлом проявляет довольно высокую активность (скорость смещений $1-5$ мм/год) на протяжении позднего плейстоцена и голоцена. Вероятно, этот разлом представляет собой активизированную ветвь древнего Геханского глубинного разлома, упоминаемого в [120]. Простирание Ханарасарского активного разлома полностью соответствует ориентации длинной оси овальных изосейст высших баллов (рис. 4 [120]). Но оно не может объяснить положение облака эпицентров афтершоков гораздо севернее эпицентра главного толчка (рис. 4 [120]).

С другой стороны, определение координат главного толчка другими сейсмологическими агентствами может свидетельствовать о положении очага Сисианского землетрясения к востоку от оз. Севан. В таком случае он может быть приурочен к зоне Памбак-Севанского активного разлома, имеющего простирание в запад–северо-западном направлении. Этот разлом, безусловно, активен на протяжении позднего плейстоцена и голоцена, характеризуется невысокой скоростью смещений (менее 1 мм/год) и правосторонней сдвиго-взбросовой кинематикой; приподнято север–северо-восточное крыло. В пользу такой приуроченности сейсмического очага говорит размещение на поверхности облака эпицентров повторных толчков, а также положение в недрах плоскости $NP1$ решения фокального механизма главного толчка ($STK_1=290^\circ$) [36].

Отмеченная в [120] рассогласованность главных проявлений Сисианского землетрясения может объясняться тем, что событие произошло в пограничной области Армении и Азербайджана, где имеет место одностороннее расположение сейсмических станций НССЗ Армении и пунктов макросейсмического обследования землетрясения. Такое положение очаговой области обычно вносит существенные ошибки в процесс выявления по данным ближних сейсмостанций инструментального эпицентра и искажает картину макросейсмического поля. Учитывая эти трудности в деле изучения Сисианского землетрясения, следует все-таки склониться к положению его очага к востоку от оз. Севан в зоне Памбак-Севанского активного разлома, в пределах которой западнее возник очаг катастрофического Спитакского землетрясения 1988 г. и обнаружены палеосейсмодислокации нескольких древних сильных землетрясений, изученные в траншеях [148, 149]. Такое решение основывается на более высокой надежности определения в этих условиях инструментального эпицентра по данным мировой сейсмологической сети, на особенностях решения фокального механизма и положении облака афтершоков, также зарегистрированных сетями удаленных сейсмических станций. Следует учитывать также хорошее соответствие всех этих инструментальных данных друг другу.

В диапазоне магнитуд $M_w < 3.6$ заслуживают внимания три ощутимых землетрясения (табл. 3), произошедшие в Закарпатье (25 марта в 11^h38^m с $M=2.4$), в Воркутинской (23 мая в 19^h17^m с $M=2.5-3$) и Свердловской областях (21 сентября в 20^h40^m с $M=3.3$). Последние два землетрясения локализованы на восточных границах Восточно-Европейской платформы (ВЕП), тогда как в 2004 г. сильно активизировались процессы на западных (Калининградские землетрясения 21 сентября 2004 г. в 11^h05^m и в 13^h32^m с $M_w=4.6$ и 4.8, $I_0=6$ и 6–7 [150] и южных границах ВЕП (Новодарьевское 11 мая 2004 г. в 01^h37^m с $MS=3.8$ [151]).

Первое из них – Куштановицкое [121] 25 марта 2005 г. с $Kd=8.3$ даже было обследовано и построена карта изосейст (рис. 2 [121]). Это позволяет зачислить его в разряд уникальных. Интенсивность сотрясений в макросейсмическом эпицентре составила $I_0=4-5$ баллов. Инструментальный эпицентр от макросейсмического смещен к северо-западу.

Куштановицкое землетрясение открывает низкомагнитудный сейсмический рой из 9 слабых землетрясений. После землетрясения 25 марта в Мукачевский район выехала сейсмологическая экспедиция отдела сейсмичности Карпатского региона для сбора макросейсмических данных.

В основной статье [121] хорошо обоснован мелкофокусный характер очагов этого роя. Согласно приведенной карте эпицентров (рис. 1 [121]), толчки выстраиваются в цепочку северо-восточного простирания общей длиной около 10 км.

Эпицентры толчков роя приурочены к зоне Латорицкого разлома диагонального, северо-восточного простирания, а изосейста 4-го балла (рис. 2 [121]) оконтуривает место причленения к нему Мукачевского разлома. Таким образом, толчки данной сейсмической активизации оказываются связанными с дизъюнктивным узлом сочленения этих крупных тектонических нарушений.

Воркутинское землетрясение 23 мая 2005 г. в 19^h17^m локализовано в 30 км северо-восточнее г. Воркута, где оно вызвало сотрясения с $I=4-4.5$ баллов. Глубина очага $h=10$ км, интенсивность в эпицентре достигала $I_0=5$ баллов [152, 153]. К северу от Воркуты трассируется Безьянский разлом восток–северо-восточного простирания, имеющий мезозойское заложение и взбросо-сдвиговую кинематику. Разлом разделяют древние, девон-каменноугольные осадочные отложения, распространенные в его северном крыле, и более молодые – пермо-триасовые толщи, формирующие южное крыло. С зоной разлома, проявляющейся в виде пологого уступа, связаны антиклинальные складки в толщах среднепалеозойских пород. Разлом таким образом демонстрирует слабую новейшую активность. Именно с его зоной связан, по-видимому, эпи-

центр этого слабого землетрясения. Землетрясение записано рядом финских, норвежских и российских станций.

Белореченское землетрясение 21 сентября в $20^{\text{h}}40^{\text{m}}$ с $MS=3.3$ и $h=10$ км произошло в районе г. Верхний Тагил и зарегистрировано федеральными сейсмическими станциями ГС РАН «Арти» и «Свердловск», региональными станциями ГИ УрО РАН «Кунгур», «Добрянка», «Романово», «Соликамск», временными станциями Свердловской сети «Зональный», «Радон», «Екатеринбург» [154]. Анализ сейсмограмм подтверждает тектоническую природу события. Землетрясение ощущалось в гг. Верхний Тагил, Новоуральск, Верхний Нейвинск, Кировоград. Интенсивность в районе эпицентра – вблизи пос. Белоречка и пос. Половинный, можно оценить в 4 балла [155].

Эпицентр этого землетрясения находится в непосредственной близости от эпицентра самого интенсивного за инструментальный период наблюдений с 1906 г. Билимбаевского землетрясения 17.08.1914 г. с $M=5.0$ [156, 157] в зоне новейшего линейного дизъюнктива, приуроченного к системе древних нарушений Главного Уральского разлома, отделяющего Центрально-Уральское поднятие от Тагило-Магнитогорского прогиба, в месте пересечения его крупной субширотной дислокацией.

Таким образом, 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.

В заключение можно констатировать, что разрушения зданий и сооружений и жертвы среди населения, вызванные тремя землетрясениями 2005 г., произошедшими 14 февраля с $M_w=6.1$, 8 октября с $M_w=7.6$ и 12 декабря с $M_w=6.5$ [118, 114, 24], не коснулись территории России и стран СНГ. В России максимальная расчетная интенсивность сотрясений – 8 баллов поставлена для Чаруодинского-I толчка 10 ноября с $M_w=5.8$, но максимальные наблюдаемые сотрясения как при этом, так и при Чарском-IV [116] землетрясении не превысили 6 баллов. Эти данные, как и вся информация об уровне сейсмической активности в разных регионах, позволяют считать ее в целом в 2005 г. на уровне фоновой. Очень важным научным фактом оказалось продолжение начавшейся в 2004 г. сейсмической активизации 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.

Л и т е р а т у р а

1. Шаторная Н.В. (отв. сост.), Бабкина В.Ф., Аторина М.А., Болдырева Н.В., Рыжикова М.И., Щербякова А.И. Каталог землетрясений Земли за 2005 год ($N=6492$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
2. *Bulletin of the International Seismological Centre for 2005*. – Berkshire: ISC, 2007.
3. Михайлова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северной Евразии. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
4. Старовойт О.Е., Рогожин Е.А., Михайлова Р.С., Чепкунас Л.С. Северная Евразия // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 13–37.
5. Баранов С.В., Петров С.И. Восточная часть Балтийского щита. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
6. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А., Пасынков Г.Д., Пустовитенко А.А. Крым. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
7. Гасанов А.Г., Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р. Азербайджан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
8. Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С. Армения. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
9. Джанузакоев К.Д., Муралиев А.М., Калмыкова Н.А., Холикова М.А. Центральная Азия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).

10. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К. Прибайкалье и Забайкалье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
11. Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье. (См. раздел (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
12. Фокина Т.А., Кислицына И.П., Нагорных Т.В., Сафонов Д.А. Сахалин. (См. раздел (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
13. Фокина Т.А., Дорошкевич Е.Н., Нагорных Т.В., Сафонов Д.А. Курило-Охотский регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
14. Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Вербицкий Ю.Т., Степаненко Н.Я., Алексеев И.В. Симонова Н.А. Карпаты. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
15. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Погода Э.В., Темникова З.В. Северный Кавказ. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
16. 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.).
17. Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Подкорыгова В.Г., Манушина О.А., Рубцова А.В. Алтай и Саяны. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
18. Чеброва А.Ю., Левина В.И., Иванова Е.И., Митюшкина С.В., Чебров В.Н., Раевская А.А., Гусева Е.И. Камчатка и Командорские острова. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
19. Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Карпенко Л.И., Комарова Р.С., Седов Б.М. Северо-Восток России. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
20. Козьмин Б.М. Якутия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
21. Юдахин Ф.Н., Французова В.И. Архангельская область. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
22. Удоратин В.В., Михайлова Р.С. Республика Коми, 2001–2005 гг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
23. Маловичко А.А., Маловичко Д.А., Дягилев Р.А., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В. Пермский край, 2000–2005 гг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
24. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
25. Петрова Н.В., Безменова Л.В., Сарыева Г.Ч., Чарыев М.М. Копетдаг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
26. Амиров С.Р., Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М., Павличенко И.Н. Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
27. Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Кулич О.Н. Беларусь. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
28. 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., Давыдяк О.Д., Добротвир Х.В., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А. Каталог землетрясений Карпат за 2005 год ($N=185$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
29. Степаненко Н.Я. Каталог механизмов очагов землетрясений Карпат за 2005 год ($N=3$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
30. 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.
31. Свидлова В.А., Сыкчина З.Н., Козиненко Н.М. (отв. сост.). Каталог землетрясений Крыма за 2005 год ($N=29$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
32. Пустовитенко А.А. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Крыма за 2005 год ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
33. Гасанов А.Г., Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р. (отв. сост.), Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Э., Исмаилова С.С., Исламова Ш.К., Казымова С.Е. Каталог землетрясений Азербайджана за 2005 год ($N=807$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).

34. **Абдуллаева Р.Р.** Каталог механизмов очагов землетрясений Азербайджана за 2005 год ($N=3$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
35. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Саргсян Л.С., Абгарян Г.Р.** Каталог землетрясений Армении за 2005 год ($N=418$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
36. **Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Армении за 2005 год ($N=7$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
37. **Амиров С.Р. (отв. сост.), Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р.** Дагестан (отдельно не печатается). Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2004 г. ($N=426$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 09.09.2008 г. – 11 с.
38. **Габсатарова И.П., Амиров С.Р., Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Головкова Л.В. (отв. сост.), Александрова Л.И., Иванова Л.Е., Малянова Л.С., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Котляренко Н.Л., Никольская Т.Н., Ефимова Я.П., Киселева О.А., Цирихова Г.В., Темникова З.В.** Каталог землетрясений ($N=1014$) и взрывов ($N=107$) Северного Кавказа за 2005 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
39. **Габсатарова И.П. (отв. сост.), Малянова Л.С.** Каталог механизмов очагов землетрясений Северного Кавказа за 2004 год ($N=3$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
40. **Сарыева Г.Ч. (отв. сост.), Тачов Б., Халлаева А.Т., Клочков А.В., Дурасова И.А., Клычева Э.Р., Эсенова А., Петрова Н.В., Мустафаев Н.С.** Каталог землетрясений Копетдага за 2005 год ($N=250$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
41. **Безменова Л.В., Петрова Н.В., Петров В.А. (отв. сост.), Карцева Л.А.** Каталог механизмов очагов землетрясений Копетдага за 2005 год ($N=18$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
42. **Джанузаков К.Д. (отв. сост. по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Холикова М.М. (Узбекистан), Соппева К., Шукурова Р.Б., Шипулина С.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Джалилова С.С.** Каталог землетрясений Центральной Кавказа за 2005 год ($N=488$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
43. **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 2005 год ($N=107$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
44. **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. (от СОМЭ МОН РК); Куликова Г.О., Бостанова Н.Ш., Германова Т.И. (от ИГИ НЯЦ РК). Каталог землетрясений Казахстана за 2005 год ($N=593$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
45. **Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Михайлова Р.С., Улубиев А.Н., Хусейнова Г.А.** Каталог землетрясений Таджикистана за 2005 год ($N=3020$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
46. **Михайлова Р.С. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2005 год ($N=17$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
47. **Михайлова Р.С. (сост.)**. Параметры механизмов очагов афтершоков ($N=33$) Пакистанского землетрясения 8 октября 2005 г. с $M_w=7.6$. (См. Приложение на CD к наст. сб.).
48. **Филина А.Г., Подкорытова В.Г. (отв. сост.), Данциг Л.Г., Денисенко Г.А., Кузнецова Е.В., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В.** Каталог землетрясений Алтая и Саян за 2005 год ($N=701$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
49. **Чепкунас Л.С., Михайлова Р.С. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Алтая и Саян за 2005 год ($N=3$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
50. **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., Павлова Л.А., Найманова Е.В., Торбеева М.А., Хамидулина О.А.** Каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2005 год ($N=763$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
51. **Радзиминович Н.А., Мельникова В.И. (отв. сост.), Татомир Н.В., Добрынина А.А.** Каталог механизмов очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2005 год ($N=58$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).

52. Коваленко Н.С. (отв. сост.), Величко Л.Ф., Донов Т.Я. Каталог землетрясений ($N=423$) и взрывов ($N=204$) Приамурья и Приморья за 2005 год. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
53. Коваленко Н.С. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья за 2005 год ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
- 53а. Рыжикова М.И. (сост.). Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья за 2005 год ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
54. Кислицина И.П. (отв. сост.), Паршина И.А., Малащенко Ю.А. Каталог землетрясений Сахалина за 2005 год ($N=177$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
55. Артёмова Е.В., Левина В.И. Дополнение к каталогу землетрясений Сахалина за 2005 год ($N=97$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
56. Нагорных Т.В. (отв. сост.), Рудик М.И., Паршина И.А. Каталог механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2005 год ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
- 56а. Чепкунас Л.С. (сост.). Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2005 год ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
57. Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.), Брагина Г.И., Пиневиц М.В., Гладырь Ж.В. Каталог землетрясений Курило-Охотского региона за 2005 год ($N=332$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
58. Артёмова Е.В., Левина В.И. (сост.). Дополнение к каталогу землетрясений Курило-Охотского региона за 2005 г. ($N=565$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
59. Нагорных Т.В. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2005 год ($N=6$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
60. Левина В.И. (сост.). Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2005 г. ($N=224$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
61. Левина В.И., Лепская Т.С., Шевченко Н.А. (отв. сост.), Антипова О.Г., Бахтиарова Г.М., Карпенко Е.А., Кривогорницына Т.М., Леднёва Н.А., Митюшкина С.В., Пархоменко С.А., Пилипенко Л.В., Раевская А.А. Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2005 год ($N=784$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
- 61а. Нуждина И.Н. (отв. сост.), Кожевникова Т.Ю., Дрознина С.Я., Толочкова С.Л. Каталог землетрясений Северной группы вулканов за 2005 год ($N=9357$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
- 61б. Нуждина И.Н. (отв. сост.), Кожевникова Т.Ю., Дрознина С.Я., Толочкова С.Л. Каталог землетрясений Авачинской группы вулканов за 2005 год ($N=103$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
62. Иванова Е.И. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2005 год ($N=32$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
- 62а. Малянова Л.С., Михайлова Р.С. (сост.). Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Камчатки за 2005 год ($N=22$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
63. Алёшина Е.И., Комарова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2004 год ($N=115$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
64. Козьмин Б.М., Шibaев С.В. (отв. сост.), Петрова В.Е., Захарова Ж.Г., Хлебников А.В. Каталог землетрясений Якутии за 2005 год ($N=904$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
- 64а. Козьмин Б.М. Инструментальные параметры афтершоков ($N=25$) Селенняхского землетрясения 25 января 2005 г. с $K_p=12.5$, $M_w=5.1$, $I_0=6$ (Якутия). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
- 64б. Козьмин Б.М. Землетрясения очаговой зоны Чаруодинского-I и Чаруодинского-II землетрясений в 2005 г. (Якутия) ($N=2623$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
65. Мельникова В.И., Радзиминович Н.А., Козьмин Б.М. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Якутии за 2005 год ($N=6$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
- 65а. Рыжикова М.И. (сост.) Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Якутии за 2005 год ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
66. Французова В.И. (отв. сост.). Каталог землетрясений Архангельской области за 2005 год ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
67. Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.). Каталог землетрясений Балтийского щита за 2005 год ($N=40$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
68. Аронова Т.И. (отв. сост.), Кулич О.Н. Каталог землетрясений Беларуси за 2005 год ($N=33$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).

69. **Удортин В.В.** Каталог землетрясений Республики Коми? 2001–2005 гг. ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
70. **Голубева И.В., Дягилев Р.А. (отв. сост.), Белевская М.А., Варламова Ю.В., Старикович Е.Н.** Каталог землетрясений, горных и горно-тектонических ударов на территории Пермского края и прилегающих районов за 1999–2005 гг. ($N=77$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
71. **Аветисов Г.П.** Арктический бассейн. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
72. **Аветисов Г.П. (сост.)**. Каталог землетрясений Арктического бассейна за 2004 год ($N=73$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
73. **Аветисов Г.П. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Арктического бассейна за 2005 год ($N=13$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
- 73а. **Чепкунас Л.С., Михайлова Р.С. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Европейского сектора Арктики за 2005 год ($N=4$).
74. **Пойгина С.Г.** Сейсмические наблюдения в Антарктиде. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
75. **Пойгина С.Г.** Землетрясения с $MPSP \geq 6.0$, зарегистрированные антарктическими станциями «Мирный» и «Новолазаревская» в 2005 году ($N=149$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
76. **Гасанов А.Г., Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р. (отв. сост.), Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Э., Исмаилова С.С., Исламова Ш.К., Казымова С.Е.** Каталог (оригинал) землетрясений Азербайджана за 2005 год ($N=857$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 08.09.2009 г. – 16 с.
77. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С.** Каталог (оригинал) землетрясений Армении за 2005 год ($N=546$). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 11.03.2010 г. – 10 с.
78. **Габсатарова И.П. (отв. за обработку), Селиванова Е.А. (сост.)**. Сейсмологический каталог землетрясений ($N=438$) и взрывов ($N=5$) по региону Северный Кавказ за 2005 г. (Приложение к сейсмологическому каталогу ГС РАН). – Обнинск: Фонды ГС РАН, 2006.
79. **Введение** // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 3–6.
80. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
81. **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.
82. **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.
83. **Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В.** Землетрясения Крымско-Черноморского региона. – Киев: Наукова думка, 1989. – 189 с.
84. **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.
85. **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.
86. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–22.
87. **Гусев А.А., Мельникова В.Н.** Связи между магнитудами – среднемировые и для Камчатки // Вулканология и сейсмология. – 1990. – № 6. – С. 55–63.
88. **Федотов С.А.** Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. – М.: Наука, 1972. – 117 с.
89. **Коломиец А.С., Асминг В.Э.** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году. – Обнинск: ГС РАН, 2002. – С. 155–157.
90. **Костюк О.П., Москаленко Т.П., Руденская И.М.** Землетрясения Карпат // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 10–14.
91. **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.

92. Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н. Новые данные о динамике сейсмических волн неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений // Проблемы цунами. – М.: Наука, 1968. – С. 75–97.
93. 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.
94. Филина А.Г. Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 65–68.
95. 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.
96. 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.
97. 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.
98. Старовойт О.Е., Рогожин Е.А., Михайлова Р.С., Чепкунас Л.С. Северная Евразия // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 11–28.
99. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Фатеев А.В., Филина А.Г. Чуйское землетрясение 27 сентября 2003 г. с $M_w=7.3$, $K_p=17.1$ (Горный Алтай) // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 326–343.
100. Арефьев С.С., Быкова В.В., Матвеев И.В., Матвеева Н.В., Михин А.Г., Молотков С.Г., Плетнев К.Г. Алтайское землетрясение 27 сентября 2003 г. эпицентральные сейсмологические наблюдения // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 362–367.
101. Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н. Пакистанское землетрясение 8 октября 2005 г. с $M_w=7.6$, $I_0=9-10$ (южнее Таджикистана). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
102. Артёмова Е.В., Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Михайлова Р.С. Афтершоки ($N=1367$) Пакистанского землетрясения 8 октября 2005 г. с $M_w=7.6$, $K_p=17.7$, $I_0=9-10$ (южнее Таджикистана) за 2005–2007 гг.. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
103. Шибаяев С.В., Петров А.Ф., Козьмин Б.М., Имаева Л.П., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А., Тимиршин К.В., Петрова В.Е., Гилева Н.А., Пересыпкин Д.М. Чаруодинский рой землетрясений 2005 года и его ощутимые Чаруодинское-I 10 ноября в 19^h29^m с $K_p=15.7$, $M_w=5.8$, $I_0=8$ и Чаруодинское-II 11 декабря в 15^h54^m с $K_p=14.8$, $M_w=5.7$, $I_0=7$ (Южная Якутия). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
104. Козьмин Б.М. Землетрясения очаговой зоны Чаруодинского-I и Чаруодинского-II землетрясений в 2005 г. (Якутия) ($N=2623$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
105. Абдуллаева Р.Р., Михайлова Р.С. (сост.). Рой землетрясений 2005 года вблизи Шеки ($N=153$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
106. Абдуллаева Р.Р., Михайлова Р.С. (сост.). Рой землетрясений 2005 года вблизи Шамахи ($N=316$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
107. Сарыева Г.Ч. (отв. сост.), Петрова Н.В. Рои землетрясений 2–3 февраля ($N=78$) и 4–7 октября ($N=57$) в очаге Дянеатинского землетрясения 6 октября 2005 г. с $K_p=10.7$ (Копетдаг). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
108. Сарыева Г.Ч. (отв. сост.), Петрова Н.В. Форшоки ($N=25$) и афтершоки ($N=61$) Сюльменского землетрясения 6 октября 2005 г. с $K_p=12.1$ (Копетдаг). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
109. 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) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 281–288.
110. Абдуллаева Р.Р., Михайлова Р.С. Рой землетрясений вблизи Шеки в феврале 2004 г. (Азербайджан) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – (На CD).
111. 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.

112. Михайлова Р.С., Улубиева Т.Р., Чепкунас Л.С. Землетрясения 25 марта с $M_w=6.1$, 27 марта с $M_w=5.6$, 12 апреля 2002 г. с $M_w=5.9$ (южнее Таджикистана) // Землетрясения Северной Евразии, 2002. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 337–342.
113. Михайлова Р.С. Отклик сильного землетрясения в мантии в сейсмичности земной коры // Связь поверхностных структур земной коры с глубинными. Материалы XIV Международной конференции. Ч. II. Петрозаводск, 27–31 октября 2008 г. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, ИГ КарНЦ РАН, 2008. – С. 57–61.
114. Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н. Пакистанское землетрясение 8 октября 2005 г. с $M_w=7.6$, $I_0=9-10$ (южнее Таджикистана). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
115. Михайлова Р.С. (сост.). Параметры механизмов очагов афтершоков ($N=33$) Пакистанского землетрясения 8 октября 2005 г. с $M_w=7.6$. (См. Приложение на CD к наст. сб.).
116. Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Радзиминович Я.Б., Папкина А.А., Очковская М.Г. Чарское-IV землетрясение 2 января 2005 года с $MPSP=5.4$, $K_p=13.8$, $I_0=7$ (Прибайкалье). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
117. Козьмин Б.М., Михайлова Р.С. Селенняхское землетрясение 25 января 2005 г. с $K_p=12.5$, $M_w=5.1$, $I_0=6$ (Якутия). (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
118. Джанузакон К.Д., Михайлова Р.С., Калмыкова Н.А. Землетрясение 14 февраля 2005 г. с $MS=6.3$, $I_0=7-8$ (Центральная Азия). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
119. Радзиминович Я.Б., Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А., Очковская М.Г., Папкина А.А. Олотское землетрясение 23 февраля 2005 года с $MPSP=4.0$, $K_p=13.6$, $I_0=6-7$ (Прибайкалье). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
120. Саргсян Г.В., Абгарян Г.Р., Мазманян Л.В., Мугнецян Э.А. Сисианское землетрясение 13 марта 2005 года с $K_p=12.0$, $M_w=4.7$, $I_0=6$ (Армения).
121. Пронишин Р.С., Михайлова Р.С. Куштановицкое землетрясение 25 марта 2005 г. с $Kd=8.3$, $I_0=4-5$ (Закарпатье) // (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
122. Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В. Ощутимые в Молдове землетрясения 14 мая, 18 июня, 13 декабря 2005 г. с $M_w=5.2$, 5.0, 4.8. (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
123. Шибяев С.В., Петров А.Ф., Козьмин Б.М., Имаева Л.П., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А., Тимиршин К.В., Петрова В.Е., Гилева Н.А., Пересыпкин Д.М. Чаруодинский рой землетрясений 2005 года и его ощутимые Чаруодинское-I 10 ноября в $19^{\text{h}}29^{\text{m}}$ с $K_p=15.7$, $M_w=5.8$, $I_0=8$ и Чаруодинское-II 11 декабря в $15^{\text{h}}54^{\text{m}}$ с $K_p=14.8$, $M_w=5.7$, $I_0=7$ (Южная Якутия). См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
124. Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Габсатарова И.П. Хроника сейсмичности Земли. Землетрясения во втором полугодии 2005 г. // Земля и Вселенная. – 2005. – № 2. – С. 98–100.
125. Информационное сообщение о катастрофическом землетрясении в Пакистане 8 октября 2005 года // http://www.ceme.gsras.ru/cgi-bin/info_quake.pl?mode=1&id=71
126. Kaneda, H., Nakata, T., Tsutsumi, H., Kondo, H., Sugito, N., Awata, Y., Akhtar, S.S., Majid, A., Khattak, W., Awan, A.A., Yeats, R.S., Hussain, A., Ashraf, M., Wesnousky, S.G., Kausar, A.B. Surface rupture of the 2005 Kashmir, Pakistan, Earthquake and its active tectonic implications // Bull. Seismol. Soc. Am. – 2008. – 98. – PP. 521–557.
127. Kumahara H. and Nakata T. Active faults in the epicentral area of the 2005 Pakistan earthquake // Hiroshima University Research Center for Regional Geography Special Publication, 2006. – 41. – 54 p.
128. Kondo H., Nakata T., Akhtar S.S., Wesnousky S.G., Sugito N., Kaneda H., Tsutsumi H., Khan F.M., Khattak W., Kausar A.B. Long recurrence interval of faulting beyond the 2005 Kashmir earthquake around the northwestern margin of the Indo-Asian collision zone // Geology. – 2008. – N 9. – P. 731–734.
129. Hisada T., Nakagawa K. Present Japanese Development in Engineering Seismology and their Application to Buildinge. – Japan, 1958/
130. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
131. Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А. Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизийного пояса. – М.: Геос, 2002. – 224 с.

132. **Lithospheric Dynamic Map of China and Adjacent Seas.** Scale 1:4 000 000 and Explanatory Notes. – China, Beijing: Geol. Publishin House, 1984. – 2 sheets. – 53 p.
133. **Карта разломов территории СССР и сопредельных стран. Масштаб 1:2500000** / Ред. А.В. Сидоренко. – М.: Мингео и АН СССР, 1980.
134. **Овсюченко А.Н., Трофименко С.В., Мараханов А.В., Карасев П.С., Рогожин Е.А.** Сейсмотектоника переходной области от Байкальской рифтовой зоны к орогенному поднятию Станового хребта // Геотектоника. – 2010. – № 1. – С. 29–51.
135. **Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М.** Сейсмотектоника Якутии. – М.: Геос, 2000. – 227 с.
136. **Солоненко А.В., Солоненко Н.В., Мельникова В.И. и др.** Напряжения и подвижки в очагах землетрясений Сибири и Монголии // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып. 1. – М.: ОИФЗ РАН, 1993. – С. 113–122.
137. **Ключевский А.В., Демьянович В.М.** Напряженно-деформированное состояние литосферы северо-восточного фланга Байкальского региона по данным о сейсмических моментах землетрясений // Вулканология и сейсмология. – 2006. – № 2. – С. 65–78.
138. **Козьмин Б.М. (отв. сост.), Андреев Т.А.** VI. Якутия и Северо-Восток [1735–1974 гг.; $M \geq 4.5$, $I_0 \geq 5$] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 339–357.
139. **Разломная тектоника территории Якутской АССР.** – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1976. – 174 с.
140. **Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М.** Активные разломы и сейсмотектоника Северо-Восточной Якутии. – Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1990. – 140 с.
141. **Гилёва Н.А., Радзиминович Я.Б., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А.** Чарское-III землетрясение 28 июня 2004 года с $M_{PSP}=4.7$, $K_p=13.5$, $I_0=6$ (Прибайкалье) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 324–335.
142. **Карта разломов территории СССР и сопредельных стран** / Под ред. А.В. Сидоренко. – М.: ВСЕГЕИ, 1978.
143. **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) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 370–373.
144. **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) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 379–385.
145. **Bonjer K.P., Ionescu C., 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.
146. **Sandu I., Zaichenko A.** Focal mechanism solutions for Vrancea seismic area // Harmonization of Seismic Hazard in Vrancea Zone. – Bukharest: Springer, 2008. – P. 17–46.
147. **Karakhanian A.S., Djrbashian R., Trifonov V., et al.** 2002. Holocene-Historical volcanism and active faults as natural risk factor for Armenia and adjacent countries// J. Volcanol. Geopherm. Res. – **114**. – N 2374. – P. 1–27.
148. **Рогожин Е.А., Филипп Э.** Геолого-тектоническое изучение очаговой зоны Спитакского землетрясения // Физика Земли. – 1991. – № 11. – С. 3–17.
149. **Philip H., Avagyan A., Karakhanian A.S., et al.** Estimating slip rates and recurrence interval for strong earthquakes along an intracontinental fault: example of the Pambak-Sevan-Sunik fault (Armenia) // Tectonophysics. – 2001. – **343**. – P. 205–232.
150. **Габсатарова И.П., Чепкунас Л.С., Бабкова Е.А., Малянова Л.С., Рыжикова М.И.** Калининградские землетрясения 21 сентября 2004 года с $M_w=4.6$ 4.8, $I_0=6$ и 6–7 баллов (запад России) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 343–363.
151. **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 $MS=3.8$, $I_0=5-6$ (Украина) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 289–296.
152. **Удоротин В.В.** Тимано-Печорская область (Республика Коми) // Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы. – Петрозаводск: ИГ КарНЦ РАН, ГС РАН, 2007. – С. 219–233.

-
153. **Удортин В.В., Михайлова Р.С.** Республика Коми, 2001–2005 гг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
154. **Маловичко А.А., Маловичко Д.А., Дягилев Р.А., Верхоланцев Ф.Г., Голубева И.В.** Пермский край, 2000–2005 гг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
155. **Дружинин В.С., Колмогорова В.В., Парыгин Г.И., Гуляев А.Н., С.Н. Никитин, Н.А. Пустовалов, В.Ю. Осипов.** Сейсмичность Урала // Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы. – Петрозаводск: ИГ КарНЦ РАН, ГС РАН, 2007. – С. 263–276.
156. **Вейс-Ксенофонтова З.Г., Попов В.В.** К вопросу о сейсмической характеристике Урала // Труды СИ АП СССР. № 104. – М.; Л.: АН СССР, 1940. – 12 с.
157. **Ломакин В.С., Годзиковская А.А., Прибылова Н.Е., Силина И.К., Митенкова Н.В.** Сейсмические события Уральского региона за 1914–2002 гг. – М.: ЦСГНЭО, 2002. – 85 с.