

## **1. ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ**

УДК 550.348.098.64 (-924/-925)

### **СЕВЕРНАЯ ЕВРАЗИЯ**

*О.Е. Старовойт, А.И. Захарова, Е.А. Рогожин, Р.С. Михайлова, С.Г. Пойгина*

Сейсмичность Северной Евразии в 2000 г. проанализирована на основе каталога землетрясений [1], составленного по данным ежедекадного Сейсмологического бюллетеня [2] Центральной опытно-методической экспедиции Геофизической службы Российской академии наук (ЦОМЭ ГС РАН), бюллетеней ISC [3], а также каталогов землетрясений и обзорных статей по регионам и территориям, помещенных в настоящем сборнике. Представлена карта эпицентров, изложена тектоническая позиция для сильных землетрясений, определенная по механизмам очагов и картам изосейст, а для некоторых слабых, но интересных землетрясений – лишь по макросейсмическому эффекту на поверхности Земли, дано сравнение характеристик сейсмичности отдельных регионов за несколько лет.

Следует отметить, что в региональных и территориальных системах регистрации землетрясений Северной Евразии в 2000 г. произошли некоторые изменения, по сравнению с таковыми в 1999 г.

Новые аналоговые станции, оснащенные сейсмометрами СМ-3, открыты в Дагестане («Учкент» – с 9 августа, «Буйнакск» – с 13 сентября) [4]. В Копетдаге с 1 января начали регистрацию пять временных автономных станций типа «Черепаша» («Янкуи», «Белек», «Дашарват», «Кыскасу», «Насосная») в районе Балханского (Небитдагского) геодинамического полигона [5].

Новые цифровые станции с постоянной регистрацией установлены в Якутии и Казахстане. В Якутии с 1 сентября открыта цифровая станция «Усть-Мая» типа SDAS с сейсмоприемником типа СМ-3-ОС [6]. В Казахстане силами Национального ядерного центра республики введена в эксплуатацию новая цифровая сейсмическая группа «Маканчи», входящая в число первичных станций Международной системы мониторинга, создаваемой Организацией Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. Группа состоит из девяти скважинных однокомпонентных вертикальных сейсмометров и двух трехкомпонентных станций – скважинной и поверхностной. В качестве однокомпонентных сейсмометров используются скважинные сейсмометры GS-21, а у трехкомпонентных станций – скважинные широкополосные сейсмометры KS-54000 и поверхностные GS-13 [7].

Временная цифровая станция «Охотск» открыта с 6 июля на Северо-Востоке России (тип PAR-24В с сейсмоприемниками СМГ-40Т [8]).

На Сахалине в полевой сезон 2000 г. были развернуты две локальные сети цифровых станций типа «Datamark» – на юге («Петропавловское», «Белые скалы», «Ожидаево», «Сокол», «Успенское») и в Западно-Сахалинском районе («Айнское», «Медвежье», «Заозерное», «Горное», «Горное (новый)», «Вахрушев», «Орлово»); третья локальная сеть станций типа «Dat» развернута также на юге («Корсаков», «Свободный», «Шебунино», «Ожидаево», «Ясноморский», «Кириллово») [9].

Модернизация станций осуществлена в Крыму, на Алтае, в Прибайкалье и в Якутии. В Крыму модернизированы станции «Керчь» (в апреле), «Симферополь» (в июне), «Ялта» (в июле). На первой из них были сняты маломощные сейсмоприемники ВЭГИК и вместо них установлены универсальные сейсмоприемники Н.Е. Федосеенко (УСФ) с более мощными магнитными системами; на двух других установлены цифровые станции типа SDAS. Но процесс внедрения их в практику затянулся по разным причинам, поэтому цифровая регистрация велась параллельно с основной гальванометрической до конца года [10].

На Алтае в июле 2000 г. аналоговая аппаратура станции «Артыбаш» заменена цифровой типа «Байкал-11»; цифровая станция «Быстровка» работала, как и в 1999 г. [11], в режиме опытно-производственной эксплуатации [12].

В Прибайкалье продолжалось планомерное переоснащение сейсмических станций комплектами цифровой аппаратуры. Используемые в 1999 г. ЦСС типа «Байкал-6» [13] были установлены еще на четырех станциях: «Кабанск» – с 28 марта, «Чита» – со 2 августа, «Северомуйск» – с 5 сентября, «Орлик» – с 23 декабря. К концу 2000 г. появились более совершенные модификации ЦСС – «Байкал-10» и «Байкал-11», с более высокой разрядностью и корректировкой времени с помощью модуля GPS и работающие не в триггерном режиме, как «Байкал-6», а в непрерывном. ЦСС типа «Байкал-10» были установлены на трех станциях: «Бодайбо» – с 28 июля, «Чара» – с 5 августа, «Монды» – с 23 декабря. Еще на двух станциях произведена замена ЦСС типа «Байкал-6» на «Байкал-10» (на станциях «Закаменск» – с 15 июня и «Нижеангарск» – с 20 июля), а на станции «Тырган» «Байкал-6» заменен на «Байкал-11». Дополнительно все 13 цифровых станций («Иркутск», «Тырган», «Закаменск», «Нижеангарск», «Талая», «Листвянка», «Кабанск», «Бодайбо», «Чита», «Чара», «Северомуйск», «Монды», «Орлик») были оснащены также цифровыми акселерографами типа ОСП-2М [14].

В Якутии станция «Чульман» из аналоговой переоборудована в цифровую в течение I квартала 2000 г. без перерыва в работе [6].

Возобновила работу станция «Комароу» в Таджикистане, которая, однако, проработала всего три месяца, с апреля по июнь [15].

Перерывы в регистрации имели место на сейсмических станциях Армении, Грузии, Туркмении, Таджикистана и Алтая. В Армении с перебоями работала станция «Иджеван» [16]; в Грузии имеются пропуски в регистрации на всех станциях из-за дефицита электроэнергии в республике в целом [17]; в Туркмении все пять станций типа «Черепаша», запущенные с начала года, работали с перерывами из-за трудностей материально-технического снабжения [5]. Самая тяжелая ситуация в нарушении ритмичности работы станций сложилась в Таджикистане: отсутствуют сейсмограммы со станции «Богизагон» за апрель, «Ленинабад» – за август, «Игрон» – с мая по август, «Рогун» – за январь и с марта по май, «Офтобруй» – за июнь–июль и сентябрь–декабрь, «Арджинак» – за март–июль и сентябрь–декабрь. Со станций «Кангурт» и «Большаун» в отдел обработки поступили сейсмограммы только за август [15]. На Алтае выпала из регистрации более чем на полгода станция «Берчикуль» (по техническим причинам) [12].

Приостановлена работа станций: «Подкова» на Камчатке – с 28 сентября 1999 г. [18], «Новокаякент» в Дагестане – с 15 декабря 1999 г. [4], «Городок» на Карпатах [19] и «Гарм», «Обигарм», «Джиргаталь» в Таджикистане – с начала 2000 г. [15]. На Байкале проблемы, связанные с отсутствием фотопленки еще в 1999 г. и приведшие к консервации части аппаратуры для записи сильных движений на восьми станциях (двух комплектов ССРЗ-М на станциях «Суво», «Тоннельный» и шести комплектов ИСО-С-5-С на станциях «Кумора», «Неляты», «Орлик», «Улюнхан», «Уакит», «Уоян») не были решены и в 2000 г., что привело к консервации комплектов ИСО-С-5-С еще на четырех станциях («Бодайбо», «Монды», «Чара», «Чита») [14].

Сняты сейсмографы на станциях в Крыму и Туркмении. В Крыму на станции «Симферополь» была остановлена регистрация канала СД-1, работавшего на длиннопериодных сейсмоприемниках СКД с  $T_s=25$  с с высокоомными катушками. Эти сейсмоприемники были подключены к широкополосным каналам ВН цифровой станции, поскольку из-за недостатка средств цифровая аппаратура SDAS для станций «Симферополь» и «Ялта» была приобретена без комплекта сейсмоприемников [10]. В Туркменистане сняты сейсмографы СМ-3 с  $V=10000$  на станции «Ашхабад» из-за фона помех, возросшего от начавшегося вблизи гражданского строительства. Кроме того, сняты на станции «Ванновская» сейсмографы СМ-3 с  $V=10000$  и С-5-С с  $V=100$ , на станции «Каракала» – С-5-С с  $V=100, 500$ ; на станции «Кизылатрек» – СКД с  $V=700$  [5].

Ухудшилось качество регистрации на Карпатах на станции «Моршин» (как и в 1999 г. [20], регистрировалась только вертикальная компонента [19]), в Армении на аналоговых станциях «Гюмри», «Степанаван», «Каджаран», «Бавра», «Иджеван», «Арарат» (из-за отсут-

ствия фотобумаги работала только составляющая «Е» [16]), в Грузии, где на восьми станциях регистрация проводилась только вертикальным сейсмографом [17]; в Прибайкалье, где из-за отсутствия фотопленки с 1 декабря 2000 г. были переведены на однокомпонентную регистрацию землетрясений с 36-часовой сейсмограммой станции «Аршан», «Кумора», «Неляты», «Онгурены», «Суво», «Уоян» [14].

Закрты в 2000 г. станции «Найба» в Якутии с 1 ноября (из-за трудностей с финансированием) [6] и «Брест» в Беларуси с 21 ноября (в связи с неудовлетворительными условиями регистрации) [21].

В пределах Северной Евразии в 2000 г. силами всех учреждений, перечисленных во Введении к наст. сб. [22], зарегистрировано и обработано более 21 тыс. землетрясений, 8911 из которых, в основном с  $K \geq 8.6$ , включены в региональные и территориальные каталоги сборника (табл. 1). В табл. 1 дано также распределение более сильных землетрясений с магнитудой  $M \geq 4$  в последовательных интервалах  $M$ . Общее число таких землетрясений составило  $N_{\Sigma} = 1239$ , тогда как в 1998 г. их было  $N_{\Sigma} = 1523$  [23], в 1999 г. – 1554 [24].

Карта эпицентров землетрясений Северной Евразии с  $M \geq 4$  за 2000 г. показана на рис. 1. Пространственное распределение сейсмичности в общих чертах повторяет наблюдавшееся в предыдущие годы [23, 24]. Наибольшая плотность эпицентров отмечается в пределах Тихоокеанского сейсмического пояса. Как следует из табл. 1, глубокие землетрясения почти до 600 км произошли в дальневосточных зонах субдукции – в Приморье ( $h = 452\text{--}529$  км [42]), в прибрежье Сахалина ( $h = 280\text{--}340$  км [43]), в Курило-Охотском регионе ( $h = 70\text{--}591$  км [44]), на Камчатке ( $h = 70\text{--}571$  км [45]). Очаги с промежуточной глубиной очага до 270 км отмечены в Гиндукуше ( $h = 70\text{--}270$  км [46]), в районах Вранча ( $h = 90\text{--}150$  км [47]), на Северном Кавказе ( $h = 51\text{--}141$  км [48]). На остальной территории Северной Евразии значения  $h$  не превышали 50 км.

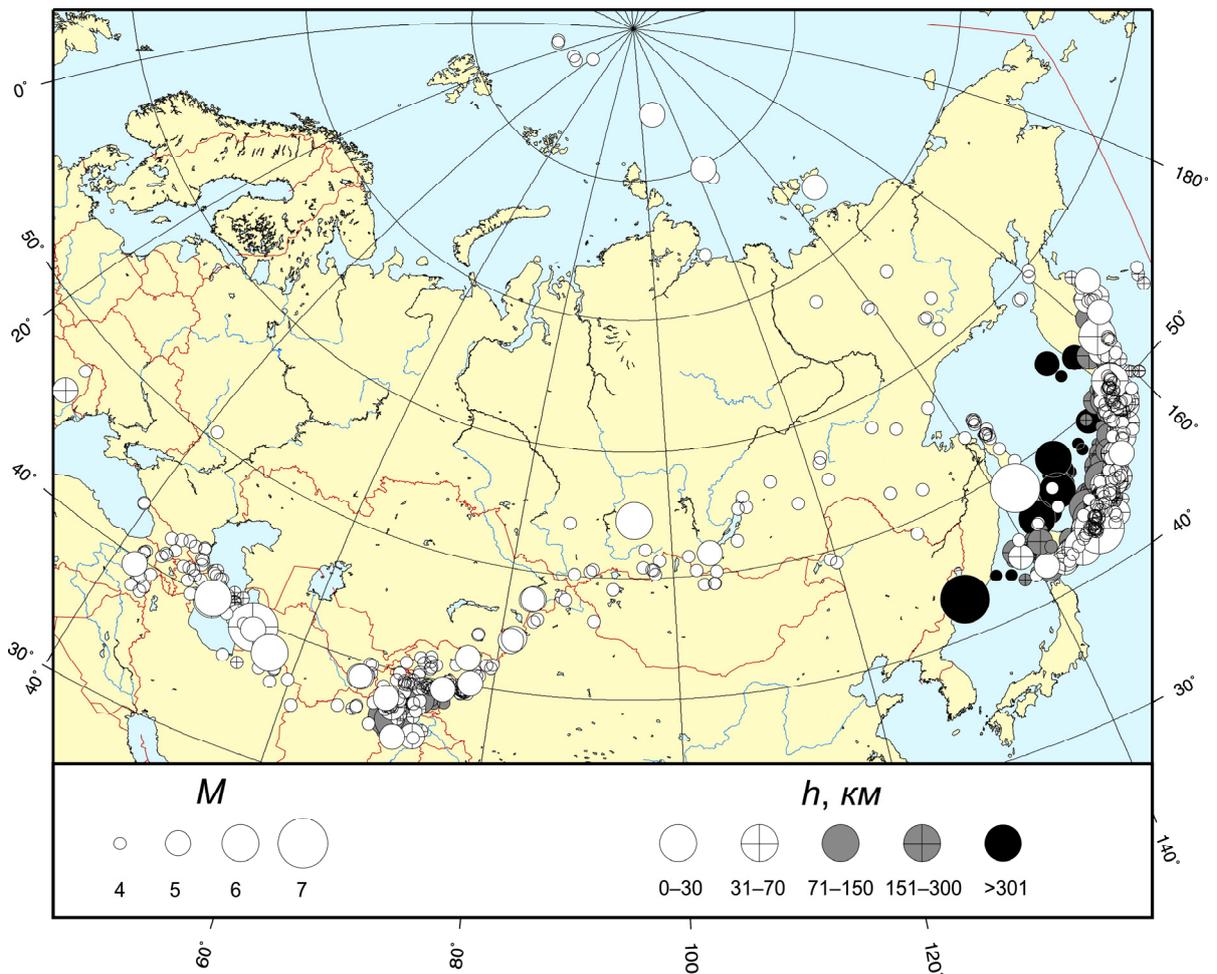


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Северной Евразии с  $M \geq 3.6$  за 2000 г.

**Таблица 1.** Сведения о суммарном числе землетрясений и сейсмической энергии в регионах и территориях Северной Евразии в 2000 г.

№ региона	Регион, территория	В регионе		В настоящем сборнике		Число землетрясений с $M \geq 4$				$\Sigma E \cdot 10^{12}$ , Дж			
		$K$	$N_{\Sigma}$	$K$	$N_{\Sigma}$	4	5	6	7				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
I	Карпаты	4.8–12.9	67	6.3–12.9	34	1	–	–	–	13.135			
	$h=90-150$ км			8.7–11.0	6	2	2	–	–	0.210			
II	Крым	3.5–10.6	46	3.5–10.6	40	–	–	–	–	0.066			
III	Кавказ:					50	1	2	–				
	$h=51-141$ км					4	–	–	–				
	Азербайджан	3.6–14.2	721	4.0–14.2	703					118.855			
	Армения	3.6–12.6	800	5.1–12.6	353					15.618			
	Грузия	3.6–11.4	623	6.0–11.4	190					0.800			
	Северный Кавказ		(475)	4.4–12.2	475					2.439			
	$h=51-141$ км		(28)	5.9–11.4	28					0.269			
IV	Копетдаг	2.5–16.5	5739	8.6–16.5	440	30	6	1	1	31796.7			
V	Средняя Азия и Казахстан:					134	9	–	–				
	$h=70-270$ км					156	4	2	–				
	Центральная Азия		(532)	8.6–13.7	532					130.340			
	Таджикистан		(696)	8.6–13.7	696					151.000			
	$h=70-270$ км		(1145)	8.6–14.7	1145					1246.4			
	Северный Тянь-Шань		(454)	4.4–12.5	454					3.704			
VI	Алтай и Саяны	4.6–13.8	1242	8.6–13.8	108	14	2	1	–	117.0			
VII	Прибайкалье и Забайкалье	5–13.4	3861	7.6–13.4	761	14	1	–	–	30.616			
VIII	Приамурье и Приморье		(550)	4.8–11.8	550	6	–	–	–	1.685			
	$h=452-529$ км			(3)	4.8–7.0	3	1	–	–	1	1995.3		
IX	Сахалин		(445)	5.6–16.7	445	85	13	–	1	15859.0			
	$h=280-340$ км			(11)	4.0–6.0	11	7	1	1	–	18.027		
X	Курило-Охотский регион		(451)	$M=4.0-6.7$	451	330	80	3	1	441.884			
	$h=70-591$ км			(143)	$M=4.0-6.5$	143	122	44	5	–	457.811		
XI	Камчатка и Командорские острова		2820	8.6–13.1	741	44	14	1	–	88.000			
	$h=70-571$ км				8.6–11.4	155	8	7	1	–			
XII	Северо-Восток России		(94)	7.2–12.2	94	7	–	–	–	2.781			
XIII	Якутия	5.6–12.4	442	7.6–12.4	234	9	1	–	–	2.924			
XIV	Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь:					1	–	–	–				
	Воронежский кристаллический массив					(43)	6.4–10.8	43	–	–	–	–	0.012
	Восточная часть Балтийского щита					(23)	2.0–9.9	23	–	–	–	–	0.010
	Беларусь					(25)	5.7–8.5	25	–	–	–	–	0.0017
XV	Арктический бассейн		(28)	$m=3.4-5.1$	28	9	2	–	–	12.380			
	Северная Евразия в целом		21507		8911	1031	187	17	4	52506.97			

Примечание. Для Карпат, Кавказа в целом и территории Северного Кавказа в отдельности, Средней Азии и Казахстана в целом и Таджикистана в отдельности, Приморья и Приамурья, Сахалина, Курило-Охотского региона, Камчатки и Командорских островов отдельной строчкой выделена информация о числе землетрясений с гипоцентрами ниже земной коры в указанном диапазоне глубин; в графах 3, 5 приведен диапазон энергетических классов  $K$  зарегистрированных землетрясений для всех регионов за исключением Курило-Охотского и Арктического бассейнов, для которых дан диапазон значений магнитуд  $M$ ,  $m$  по поверхностным и объемным волнам соответственно; в графе 4 дано суммарное число всех землетрясений, зарегистрированных в регионе или на территории, включая слабые (при отсутствии в ред. таких данных повторяется информация из графы 6, заключенная в скобки); в графе 6 приведены числа более сильных землетрясений из региональных и территориальных каталогов, публикуемых в наст. сб.; в графах 7–10 даны числа землетрясений в разных интервалах магнитуд  $M$ , значения которых соответствуют или прямым измерениям магнитуд ( $MLH$ ,  $MS$ ,  $Ms$ ) по поверхностным волнам, или их расчету для коровых ( $h < 70$  км) землетрясений из энергетических классов  $K_p$  [25] (по формуле  $M = -2.2 + 0.55 K_p$  из [26] – на Карпатах, на Кавказе, в Средней Азии и Казахстане, на Алтае, в Прибайкалье и Забайкалье,

в Приамурье и Приморье, на Северо-Востоке России, в Якутии, в Беларуси и Воронежском кристаллическом массиве и  $M = -3.8 + 0.68 K_p$  из [27] – в Копетдаге);  $K_{II}$  [28] (в Крыму –  $M = -2.3 + 0.55 K_{II}$  из [29]);  $K_C$  [30, 31] (на Сахалине и в Курило-Охотском регионе –  $M = (K_C - 1.2)/2$  из [30]);  $K_S$  [32] (на Камчатке –  $K_S = 6.96 + 1.08 M$  из [33]);  $K$  [34] (в Восточной части Балтийского щита с пересчетом по схеме из [35]). Для глубоких ( $h \geq 70$  км) землетрясений в магнитуды  $M$  пересчитаны магнитуды  $MSH$ : для Карпат ( $M = 1.52 + 0.84 MSH$  [36]), для Сахалина и Курил ( $M = -2.28 + 1.33 MSH$  [31, 37], с введением поправок на глубину гипоцентра по [38]). Для Таджикистана используется та же формула из [26], что и для коровых землетрясений, но при этом энергетический класс  $K_p$  определяется по номограмме [25] с учетом не эпицентральных, а гипоцентральных расстояний [39]. Кроме того, магнитуда  $M$  принималась равной магнитуде  $M_c$  по сейсмической коде в Крыму – по [29], на Алтае – по [40] и Камчатке – по [41].

Сведения, приведенные в табл. 1, использованы для построения графика повторяемости (рис. 2). Его наклон составил  $b = 0.87$ . Анализ этого графика показывает, что система региональных сейсмических наблюдений, данные которой описаны в отдельных статьях сборника, обеспечила на территории Евразии представительную регистрацию землетрясений с  $M_{min} \geq 4$ .

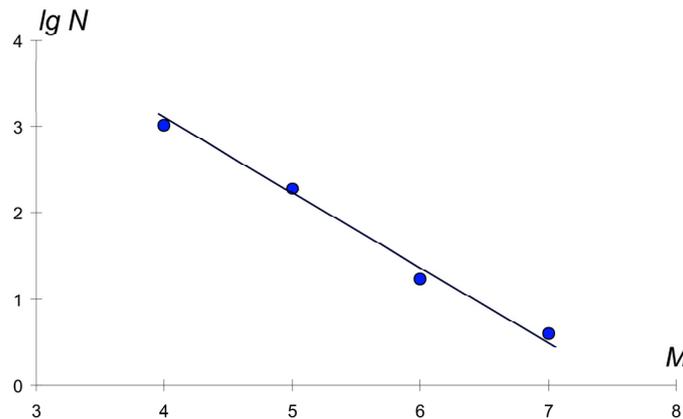


Рис. 2. График повторяемости землетрясений Северной Евразии за 2000 г.

В 2000 г. на территории Северной Евразии произошло 11 заметных коровых землетрясений, три из них с  $M > 7.0$ , остальные – с меньшими магнитудами, но представляют интерес либо по макросейсмическим проявлениям, либо по положению очаговых зон. Их список с координатами и магнитудами показан в табл. 2. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений почти во всех регионах оценивался по шкалам балльности MSK-64 [49], за исключением Курило-Охотского региона, где в ряде случаев использована шкала JMA [50].

Таблица 2. Заметные землетрясения Северной Евразии в 2000 г.

№	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	Каталог	Магнитуды		Регион, территория
			$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E			$MS$ по [2]	$M_w$ по [3]	
1	28.01.2000	14 21 04	42.9	147.2	61	[44]	7.1	6.8	Курило-Охотский регион
	04.10.1994	13 23 04	43.5	147.3	26	[51]	8.1	8.3	Шикотанское, Курило-Охотский регион
2	12.03.2000	02 28 02.4	38.46	68.94	5	[46]	3.8		Таджикистан
3	21.03.2000	14 07 39.9	39.86	48.36	39	[52]	4.3	5.2	Азербайджан
4	31.03.2000	09 39 37	50.60	41.19	5	[53]	3.8		Воронежский кристаллический массив
5	20.04.2000	08 41 30.8	38.68	66.52	15	[54]	5.2	5.3	Центральная Азия
6	04.08.2000	21 13 01.1	48.64	142.18	13	[43]	7.1	6.8	Остров Сахалин
7	09.08.2000	01 29 08.9	40.68	43.76	13	[55]	2.4		Армения
8	30.10.2000	22 39 04	37.6	69.5	5	[46]	5.1	5.1	Таджикистан
9	25.11.2000	18 09 09.5	40.14	50.05	25–30	[52]	6.4	6.8	Азербайджан
10	25.11.2000	18 10 40.5	40.00	50.00	35–40	[52]	6.1	6.5	Азербайджан
11	06.12.2000	17 11 06	39.47	54.75	45	[56]	7.3	7.0	Копетдаг

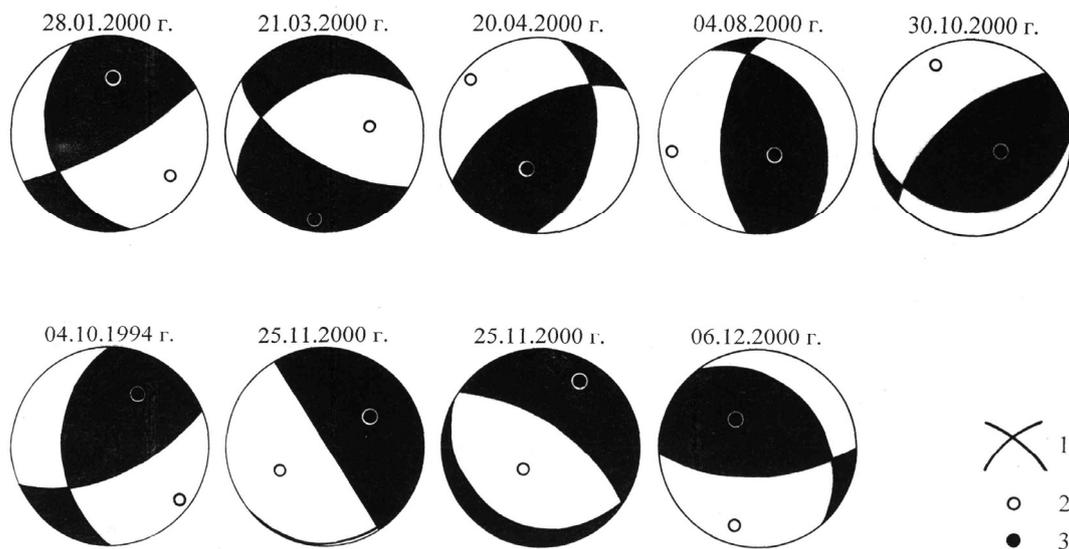
Примечание. Параметры Шикотанского землетрясения 04.10.1994 г. [57] приведены здесь и в табл. 3 ввиду их близости к таковым для землетрясения 1.

Для восьми землетрясений табл. 2 имеются данные Гарварда [3] по механизмам очагов (табл. 3, рис. 3).

**Таблица 3.** Механизм очагов коровых землетрясений Северной Евразии с  $M_w \geq 5.0$

№	Дата, д м	$M_w$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
			T		N		P		NP1			NP2		
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
1	28.01.2000	6.8	42	6	37	234	26	123	163	38	15	61	81	127
	04.10.1994	8.3	49	25	39	225	10	127	180	49	33	67	66	134
3	21.03.2000	5.2	12	186	35	285	52	80	240	45	215	123	66	309
5	20.04.2000	5.2	60	202	29	44	10	309	9	43	46	242	61	123
6	04.08.2000	6.8	69	134	17	353	13	259	328	36	60	183	60	110
8	30.10.2000	5.1	65	112	14	236	20	332	85	28	122	230	66	74
9	25.11.2000	6.4	44	56	2	148	46	240	93	2	215	328	89	272
10	25.11.2000	6.5	22	31	2	122	68	217	118	23	265	303	67	272
11	06.12.2000	7.1	60	323	23	98	19	197	319	33	136	189	68	65

Примечание. Параметры механизма очага Шикотанского землетрясения даны по [58].



**Рис. 3.** Механизмы очагов землетрясений 2000 г.

1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернены области волн сжатия.

Из табл. 3 видно, что пять из восьми землетрясений (1, 6 в Курило-Охотском регионе и на Сахалине, 5, 8 – в Средней Азии, 11 – в Копетдаге) произошли под действием преобладающих напряжений сжатия, но разного направления. Если в 1, 5, 8 оно северо-западное, то в 6 – близширотное, а в 11 – близмеридиональное. Подвижки в их очагах представлены взбросами с компонентами сдвига либо по обеим нодальным плоскостям северо-восточного и близмеридионального направления (5), либо по одной, более крутой, с северо-восточным простираем (1, 6, 8) и близширотным (11). По более пологим плоскостям близмеридионального (для землетрясения 1) и северо-западного направления (для – 6, 11) преобладают сдвиговые подвижки, осложненные в свою очередь взбросами.

Все три землетрясения (3, 9, 10) в Азербайджане характеризуются преобладанием напряжений растяжения с меридиональным направлением у первого и северо-восточным – у двух остальных. Подвижки представлены чистыми сбросами по крутым плоскостям северо-западного

простирается в очагах (9, 10) и сбросами со сдвиговой компонентой по менее крутым плоскостям того же простираения в очагах (3, 10). По еще менее крутой плоскости северо-восточного направления в очаге (3) имела место сдвиговая подвижка, осложненная сбросом, а в очаге 9 – подвижка типа чистого сдвига по горизонтальной плоскости близширотного простираения.

Сильнейшее землетрясение 2000 г. в Северной Евразии с  $MS=7.3$ ,  $M_w=7.1$  (11 в табл. 2, 3) произошло в регионе Копетдаг, в Западном Туркменистане. Очаг располагался в земной коре в районе гор Большой и Малый Балхан. Это землетрясение, названное Балханским, вызвало серьезные разрушения в городах и поселках, попавших в зону восьми- и семибалльных воздействий. Оно ощущалось на обширной территории – в Туркменистане, Узбекистане, на Кавказе и в России [2], вплоть до Санкт-Петербурга (2835 км, 1–2 балла). Составлена подробная карта изосейст (рис. 4 в [59]). Землетрясение сопровождалось большой серией афтершоков. Как видно из табл. 3, по плоскости  $NP1$  северо-западного простираения произошел правосторонний сдвиг, осложненный взбросовой компонентой.

По данным [60], в эпицентральной области Балханского землетрясения трассируется целый пучок активных тектонических нарушений. Это два крупнейших разлома запад–северо-западного простираения – Предкопетдагский и Челекен-Кумдагский, представляющие собой правосторонние сдвиги. К западу от эпицентра главного толчка прослежен активный разлом северо–северо-западного простираения (назовем его Западно-Большебалханским), который в региональном поле напряжений должен вести себя как правосторонний сдвиг, что согласуется с подвижкой по плоскости  $NP1$  (табл. 3) и продольной осью карты изосейст [59] и позволяет выделить ее как действующую в очаге.

28 января произошло сильное коровое землетрясение с  $MS=7.1$ ,  $M_w=6.8$  (1 в табл. 2, 3) с эпицентром в Тихом океане, примерно в 300 км восточнее г. Кусиро, о. Хоккайдо. На этом острове два человека ранены в Немуро, толчки достигли интенсивности  $IV_{JMA}$  в Китами, Обихиро, в префектурах Аомори и Ивате, о. Хонсю. Землетрясение ощущалось на большей части о. Хоккайдо и Северного Хонсю, вплоть до Токио [3]. По данным [2], на территории России оно проявилось с интенсивностью 5–6 баллов в Южно-Курильске, 5 баллов – в Курильске и на о. Шикотан. Эпицентр этого землетрясения находился всего лишь в 20 км юго-западнее разрушительного Шикотанского землетрясения 04.10.1994 г. [57] с  $MLH=8.1$  [51] и оба они принадлежат, по-видимому, одной очаговой зоне. Параметры механизма очага Шикотанского землетрясения, приведенные для сравнения в табл. 3, очень близки к таковым для землетрясения 28 января, что позволяет применить принцип подобия в выборе действующей плоскости в очаге последнего. Для Шикотанского землетрясения это плоскость  $NP2$ , согласующаяся по своему простираению с направлением вытянутости изосейст его макросейсмического поля. И, следовательно, с большой долей вероятности можно считать истинной плоскостью разрыва в очаге землетрясения 28 января также плоскость  $NP2$  (табл. 3) с подвижкой типа сброса, осложненно-го правосторонним сдвигом.

Магнитудой  $M_w=6.8$  в табл. 2, 3 характеризуются еще два землетрясения: 4 августа – на Сахалине (Углегорско-Айнское) и 25 ноября – в Каспийском море, Азербайджан. На Сахалине при землетрясении 4 августа, по данным [61], восемь человек были ранены, разрушено 1 390 зданий, 19 100 жителей остались без крова. Оползни разрушили дороги и линии электропередач в районе городов Углегорск и Макаров. Материальный ущерб оценивается в 920 000 американских долларов. Землетрясение ощущалось в районе порта Вакканай, о. Хоккайдо и на о. Рисири, Япония. Главный толчок сопровождался до конца года многочисленными ( $N=2000$  [9]) афтершоками.

При обследовании эпицентральной зоны Углегорско-Айнского землетрясения [62, 63] на дневной поверхности были обнаружены очевидные проявления первичных сейсморазрывов, связанных с землетрясением. Они располагались в двух районах, отстоящих друг от друга на расстоянии около 5 км близ горы Краснова, в подножии ее восточного склона (вблизи инструментального эпицентра). Так, был обнаружен взброс с поднятым западным крылом. Максимальная амплитуда вертикального смещения составляет 0.7–0.8 м, угол падения – приблизительно  $60^\circ$  к западу, простираение плоскости разрыва к северо–северо-западу ( $AZM=350^\circ$ ). В других местах вертикальное смещение было не столь велико и составляло 0.1–0.3 м. Наблюдались еще два сейсморазрыва, параллельные первому.

В восточной части подножья горы Краснова встречен взброс с поднятым западным крылом, амплитудой вертикального смещения 0.4 м. Направление падения плоскости сместителя к западу; угол падения составляет приблизительно  $60^\circ$ , простирание плоскости разрыва к северо-востоку ( $AZM=25^\circ$ ). В эпицентральной зоне проводилась регистрация афтершоков, эпицентры которых образуют овальное компактное облако площадью  $30 \times 15 \text{ км}^2$ . Длинная ось этого овала ориентирована с юго-юго-востока на северо-северо-запад. В целом зона распространения эпицентров повторных толчков совпадает с областью наибольших сотрясений в пределах изосейсты 7-го балла сейсмической интенсивности и с ориентировкой основных активных разломов Западно-Сахалинской дизъюнктивной зоны [62, 63].

По предварительным данным тектоническая позиция сейсмического очага следующая. Первичные сейсморазрывы приурочены к зоне основного разлома Западного Сахалина, который нарушает в этом месте область вулканического плато гор Ламанон и экстрюзивные конусы плиоцен-раннечетвертичного возраста. В горах Западного Сахалина разлом развит в слагающем их комплексе пород мелового и палеогенового возраста. Амплитуда основного сейсмогенного сдвиго-взбросового смещения по разрыву составляет в среднем около 0.6 м. Смещение произошло вдоль плоскости разрыва, погружающейся на запад или юго-запад и простирающейся близмеридионально, точнее с северо-северо-запада на юго-юго-восток. В этой связи за действующую плоскость следует выбрать  $NP2$  (табл. 3). Согласно сейсмостатистическим данным [64], длина очага около 30 км и амплитуда сейсмогенного смещения в 0.6 м в целом отвечают магнитуде  $MLH=7.0$  породившего его землетрясения.

В Каспийском море со стороны Азербайджана 25 ноября произошел двойной толчок с  $M_w=6.8$  и  $6.5$  с близкими эпицентрами. Расчетная интенсивность сотрясений в эпицентре около 8 баллов. Эти сильные землетрясения вызвали разрушения в восточной части страны. Главные сейсмические толчки, возникшие один за другим в течение 1.5 минут, были изучены макросейсмическими и инструментальными методами. Проведена обработка записей многочисленных афтершоков. Полученная картина положения очага оказалась противоречивой. По макросейсмическим данным эпицентр первого толчка располагался в море к северу от Апшеронского полуострова, а по инструментальным – к югу. Поскольку облако эпицентров афтершоков компактно залегает южнее полуострова, то, по-видимому, именно там и располагался сейсмический очаг. Так как глубина гипоцентров главного толчка и многих афтершоков определяется в 25–50 км, то определение эпицентра на дне моря и изосейст высших баллов по макросейсмическим данным было затруднительно. Согласно механизму очага первого землетрясения (9 в табл. 3), по плоскости  $NP1$  северо-западного простирания и близгоризонтального падения преобладал правосторонний сдвиг с элементами незначительного сброса, а по крутой плоскости  $NP2$  – нормальный сброс. Для второго толчка (10, табл. 3) по крутой плоскости подвижка имела тип нормального сброса, а по пологой – сброса со сдвиговой компонентой. Авторы статьи [65] увязывают очаг с подводным глубинным разломом – сбросом на южной границе Апшероно-Челекенского порога, имеющим западно-северо-западное простирание. По данным [60], в районе эпицентра главного толчка трассируется небольшой по длине активный разлом северо-западного простирания с невыясненной морфокинематикой, выделенный по геофизическим данным. В связи с глубоким залеганием гипоцентра главного толчка корреляция очага с небольшим активным современным разломом не вполне надежна. Однако подводное положение разлома не позволяет утверждать, что выявлена вся его длина на поверхности дна, более того, на глубине, в средней части коры, это тектоническое нарушение может быть более протяженным, с которым вполне ассоциируются плоскости  $NP2$  обоих толчков и, следовательно, их можно признать за действующие.

Магнитудами  $M_w > 5$  в табл. 2, 3 характеризуются землетрясения 3, 5, 8, произошедшие 21 марта (Саатлинское [66]), 20 апреля (Камашинское-II [67]), 30 октября (Фархорское [68]) и имеющие решения механизма очага.

Саатлинское землетрясение [66] с  $M_w=5.2$  ощущалось в эпицентре с интенсивностью 6 баллов. После главного толчка было проведено макросейсмическое обследование эпицентральной области. Составлена карта изосейст, на которой видно, что длинная ось овальной по форме изосейсты 6-го балла вытянута в северо-восточном направлении (см. рис. 3 в статье [66] наст. сб.). В этом же направлении ориентирована плоскость  $NP1$ , полученная при решении фо-

кального механизма (3, табл. 3). Эта плоскость отвечает подвижке сбросо-правосдвиговой кинематики в очаге и свидетельствует о его принадлежности к известной Пальмиро-Апшеронской зоне глубинного разлома, имеющей северо-восточное простирание [69] и контролирующей положение очагов многих землетрясений на территории Азербайджана и Северо-Западного Ирана.

Камашинское-II землетрясение [67] в Узбекистане с  $M_w=5.3$ ,  $I_0=5-6$  баллов (5, табл. 2, 3) привлекает внимание в связи с тем, что 31.10.1999 г. в этой же зоне уже произошло 5-балльное [70] землетрясение (Камашинское-I), сопровождавшееся, как и землетрясение 2000 г., серией повторных толчков. Эпицентры обоих толчков приурочены к зоне Юго-Западных отрогов Тянь-Шаня, активизированной на новейшем этапе. Хребет Кугитангтау, вытянутый в северо-восточном направлении, сложен в ядре древними палеозойскими отложениями (нижний и средний карбон), а на крыльях – мезозойскими и кайнозойскими толщами. Вдоль хребта протягивается активный разлом [60]. Его простирание диагональное – с юго-запада на северо-восток. Именно с этим разломом совпадает эпицентр землетрясения 2000 г. Согласно решению фокального механизма, плоскость  $NP2$  является действующей в очаге, поскольку простирается в том же направлении. Движение в очаге типа взброс со сдвиговой компонентой вполне характерно для этой зоны Тянь-Шаня.

Фархорское землетрясение [68] с  $M_w=5.1$ ,  $I_0=6$  баллов (8, табл. 2) было ощутимым на довольно большой территории в пограничной зоне Таджикистана и Афганистана, на юге Таджикской депрессии. Обследование эпицентральной области носило комплексный характер. Была составлена подробная карта изосейст (см. рис. 2 в статье [68] наст. сб.), изучены сейсмодислокации – многочисленные, довольно протяженные трещины меридионального и северо-восточного простирания, носившие вторичный, вибрационный характер, собраны сейсмологические данные о характеристиках главного толчка и афтершоков (см. табл. 1, 5 и рис. 3 в [68]). Согласно этим данным можно сделать вывод о выборе действующей плоскости в очаге в пользу  $NP2$  – крутой плоскости северо-восточного простирания с подвижкой взбросового типа, осложненной сдвигом по решению фокального механизма.

Еще для трех более слабых землетрясений (2, 4, 7, табл. 2) механизмы очагов не определены, но они обследованы и имеют карты изосейст. Это Султанабадское землетрясение 2 марта [71] с  $M=3.8$  в Таджикистане, Никольское [72] 31 марта с такой же магнитудой на Восточно-Европейской платформе и самое слабое ( $M=2.8$ ) из них – Баяндурское [73] 9 августа в Армении.

Карта изосейст для Султанабадского землетрясения показывает, что длинная ось овальных изолиний высших баллов (6-го и 5-го) вытянута в восток–северо-восточном направлении [71], параллельно плоскости Ходжа-Зарингского надвига, в пределах его висячего крыла. Этот надвиг, нарушающий одноименную антиклиналь, выявлен геофизическими методами [74]. По данным [60] в этом месте трассируется Илякский активный разлом такого же восточно–северо-восточного простирания, представляющий собой правосторонний взбросо-сдвиг с приподнятым северо-западным крылом, к которому и примыкает Ходжа-Зарингский надвиг. В данном случае совершенно очевидна обусловленность вытянутости изосейст в согласии с тектоническим строением района.

Никольское землетрясение 31 марта [72] на Воронежском кристаллическом массиве ( $K_p=10.8$ ,  $I_0=5$  баллов) интересно тем, что произошло на малосейсмичной территории Восточно-Европейской платформы, почти в ее центральной части. Проведен стандартный комплекс исследования по изучению его очага. Были выполнены макросейсмическое обследование эпицентральной зоны с построением карты изосейст, сейсмологические наблюдения силами трех местных сейсмических станций, определение положения эпицентра по макросейсмическим и инструментальным данным. Большое внимание исследователи уделили изучению различий сейсмических записей и спектров Никольского землетрясения и промышленных взрывов. Принципиально важным является вывод о том, что спектр местного землетрясения является более высокочастотным, по сравнению со спектром взрыва в карьере.

Очаг землетрясения увязан с тектоническим нарушением, оперяющим с запада Новоперхорский глубинный разлом. Действительно, ориентировка длинной оси изосейст северо-западная, как и указанного тектонического нарушения. Макросейсмический и инструментальный эпицентры расположены в непосредственной близости от Новохоперского разлома. На Карте разломов территории СССР и сопредельных стран [69] этот разлом показан в виде Ло-

севско-Мамонского глубинного разлома среднепротерозойского заложения. Разлом разделяет в теле фундамента Воронежский архейско-раннепротерозойский кристаллический блок (на западе) и Тамбовско-Урюпинский блок ниже- и среднепротерозойского возраста (на востоке) и прослеживается также в структуре осадочного чехла в нижнепалеозойских-девонских отложениях. По-видимому, подвижка по этому разлому породила Никольское землетрясение.

На карте зон ВОЗ с оценками их прогнозного сейсмического потенциала  $M_{\max}$  [76, 77] выделено большое число зон ВОЗ с  $M_{\max}=3.0-5.0$  широкими полосами близмеридионального простирания, которые обрамляют Воронежский массив с запада (в бассейне р. Десна и ее водораздела с р. Ока) и с востока (в бассейне р. Дон и на правом берегу р. Волга). Эпицентральная область Никольского землетрясения оказалась приуроченной к зоне ВОЗ, выделенной вдоль Лосевско-Мамонского глубинного разлома с прогнозной магнитудой  $3.5 \pm 0.2$ . Наблюденная магнитуда в пределах ошибок согласуется с прогнозной ее величиной.

Баяндурское землетрясение 9 августа [73] в Армении с  $M=2.8$ ,  $I_0=4-5$  баллов – самое слабое из обследованных сейсмических событий 2000 г. Оно было интересно тем, что имело два равносильных толчка с разрывом во времени в 4 часа с почти одним и тем же эпицентром (табл. 4). Кроме того, оно случилось в очаге разрушительного Ленинаканского землетрясения 22.10.1926 г. с  $I_0=8-9$  баллов [78]. Об этом говорят результаты макросейсмического обследования, проведенного сразу же после главного толчка. Высшая (4-балльная) изосейста землетрясения 2000 г. почти полностью совпала с положением 8-балльной изосейсты землетрясения 1926 г.

**Таблица 4.** Параметры двояных толчков 9 августа 2000 г. и разрушительного землетрясения 22 октября 1926 г.

Дата д м год	$t_0$ , ч мин с	Эпицентр		$h$ , км	$K_p$	$M$	Источник
		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$				
09.08.2000	01 29 08.9	40.68	43.76	13	9	(2.8)	[55]
09.08.2000	05 17 39.5	40.68	43.77	18	9	(2.8)	[55]
22.10.1926	19 59 20	40.7	43.7	7		5.7	[79]

По данным [60], в этом месте трассируется Ахурянский активный разлом северо-восточного простирания, представляющий собой левосторонний сбрососдвиг с приподнятым юго-восточным крылом. Разлом выделен по дистанционным материалам и заверен полевыми наблюдениями [80]. Поскольку простирание продольной оси карт изосейст 1926 и 2000 гг. ([73]) очень близко к простиранию этого разлома, по-видимому, по этому разлому произошли подвижки 1926 и 2000 гг.

Ниже дано краткое описание сейсмичности за 2000 г. в 15 регионах Северной Евразии и на 11 отдельных территориях в их пределах.

**В регионе Карпаты (I)** зарегистрировано 67 землетрясений с  $K_p=4.8-12.9$ , но локализовано 39 из них [19]. Суммарная сейсмическая энергия, составившая в 2000 г.  $\Sigma E=1.34 \cdot 10^{13}$  Дж, меньше в два раза, по сравнению с таковой в 1999 г. ( $2.68 \cdot 10^{13}$  Дж [20]). Два наиболее сильных землетрясения возникли в горах Вранча на глубине  $h=80$  и  $150$  км (8 марта с  $K_p=12.7$  и 6 апреля с  $K_p=12.6$ ), которые ощущались в Кагуле с  $I=3-4$  балла и 4 балла соответственно [47]. Ощутимое землетрясение с  $I=2-3$  балла с очагом в земной коре произошло 19 января с  $K_p=11.1$  в пограничном с Молдовой районе. Макросейсмические данные были собраны по северо-западу Республики Молдова [47].

**В Крыму (II)** в 2000 г. произошло практически столько же землетрясений, что и в 1999 г. (46 [10] и 45 [81] соответственно), но локализовано 39 событий. Диапазон энергетических классов этих событий  $K_{II}=3.5-10.6$ . Суммарная выделившаяся энергия в 2000 г., равная  $6.6 \cdot 10^{10}$  Дж, почти в 5 раз меньше таковой в 1999 г. ( $3.2 \cdot 10^{11}$  Дж). Максимальным было землетрясение 6 апреля с  $K_{II}=10.6$  в Керченско-Анапском районе, проявившееся с наибольшей интенсивностью 4–5 баллов в Новороссийске (36 км). Других ощутимых землетрясений не отмечено [82]. В целом по региону в 2000 г., после возрастания сейсмической активности в 1998 г. [83], продолжался спад сейсмической активности, наметившийся в 1999 г. [81]. Рассчитано пять амплитудных и энергетических спектров для трех землетрясений, что позволило найти для них сейсмический момент  $M_0$  и региональную моментную магнитуду  $M_w$  [10].

**В регионе Кавказ (III)** число землетрясений и суммарная сейсмическая энергия существенно возросли в **Азербайджане** (в 1999 г. –  $N_{\Sigma}=390$ ,  $\Sigma E=13.0 \cdot 10^{12}$  Дж [84]; в 2000 г. – 721 и  $118.8 \cdot 10^{12}$  Дж [85]) и несколько меньше – на **Северном Кавказе** (в 1999 г. – 169 и  $1.8 \cdot 10^{12}$  Дж [86]; в 2000 г. – 383 и  $2.7 \cdot 10^{12}$  Дж [87]). На остальных территориях произошло уменьшение как  $N$ , так и  $\Sigma E$ : в Дагестане (в 1999 г. – 798 и  $126 \cdot 10^{12}$  Дж [88], в 2000 г. – 279 и  $0.8 \cdot 10^{12}$  Дж [4]); в **Армении** (в 1999 г. – 720 и  $26 \cdot 10^{12}$  Дж [89], в 2000 г. – 354 и  $15 \cdot 10^{12}$  Дж [16]); в **Грузии** (в 1999 г. – 370 и  $1.4 \cdot 10^{12}$  Дж [90], в 2000 г. – 277 и  $0.8 \cdot 10^{12}$  Дж [17]). В Дагестане продолжались повторные толчки в очаге семибалльного Кизилюртского землетрясения 31.01.1999 г. с  $MS=5.5$  [91]. Как указано выше, в 2000 г. на Кавказе обследованы четыре ощутимых землетрясения: Саатлинское – 12 марта [66], Баяндурское – 9 августа [73] и два Каспийских – 25 ноября [65]. В Грузии ощутимое землетрясение локализовано 14 декабря с  $K_p=10.6$  в 20 км северо-западнее Тбилиси, где оно ощущалось с  $I=5$  баллов [92]. Оно отмечено также в северных районах Армении [55]. С меньшей интенсивностью (3 балла) в Тбилиси проявилось землетрясение 8 декабря с  $K_p=11.2$ . Сведения об ощутимости имеются еще для  $N=29$  землетрясений в Азербайджане [52],  $N=10$  – в Армении [55],  $N=5$  – в Грузии [92],  $N=22$  – на Северном Кавказе [48].

**В регионе Копетдаг (IV)** сделанный ранее [93] сейсмологами Туркменистана прогноз сильного землетрясения реализовался – оно произошло 06.12.2000 г с –  $MS=7.3$  и  $I_0=8$  баллов. В предполагаемой очаговой зоне в районе хр. Большой Балхан в конце 1999 г. был организован Небитдагский сейсмогеодинамический полигон, оснащенный автоматическими станциями типа «Черепаша» и комплексом геофизической аппаратуры. Выше отмечалось, что это землетрясение, названное Балханским, было сильнейшим в Северной Евразии в 2000 г. (табл. 2). В Туркменистане оно является самым мощным после Ашхабадского землетрясения 05.10.1948 г. ( $M=7.3$ ,  $I_0=9-10$  баллов) и напоминает по своему проявлению Красноводское землетрясение 08.07.1895 г. ( $M=8.2$ ,  $I_0=10$  баллов) [94]. Балханское землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками и описано в специальной статье [59] наст. сб. Общее число землетрясений в регионе, зарегистрированное в 2000 г., – около 6000, что больше, чем за любой из восьми предыдущих лет [5], кроме 1997 г., когда оно составило почти  $N_{\Sigma}=12000$  [95] благодаря афтершокам Боджнурдского землетрясения 27.02.1997 г. ( $MS=6.6$ ) [96]. Однако уровень высвобожденной сейсмической энергии в 2000 г., равный  $\Sigma E=31796 \cdot 10^{12}$  Дж, превосходит таковые за указанные выше годы, в том числе и 1997 г., когда  $\Sigma E=4100 \cdot 10^{12}$  Дж, и может быть сравнимо лишь с уровнем энергии в 1948 г. В годовом каталоге [56] содержатся сведения о 35 ощутимых землетрясениях 2000 г.

**В регионе Средняя Азия и Казахстан (V)** число землетрясений и суммарная энергия по четырем его территориям [7, 15, 97, 98]) в 2000 г. составили  $N=2841$  и  $\Sigma E=1.53 \cdot 10^{15}$  Дж, т.е. примерно столько же, сколько и в 1999 г. ( $N=2641$ ,  $\Sigma E=1.26 \cdot 10^{15}$  Дж [24]). Что касается входящих в регион территорий, такая картина наблюдалась лишь в Таджикистане ( $N=1784$ ,  $\Sigma E=1.2 \cdot 10^{15}$  Дж – в 1999 г. [99],  $N=1841$ ,  $\Sigma E=1.39 \cdot 10^{15}$  Дж – в 2000 г. [15]).

В **Таджикистане** на всей его территории ощущалось с интенсивностью от 3 до 4 баллов сильное ( $K_p=14.7$ ) глубокое ( $h=130$  км) землетрясение 17 июля с очагом в Гиндукуше [15, 46]. Отдельные статьи посвящены в сборнике двум землетрясениям из табл. 2: Султанабадскому 12 марта с  $K_p=10.9$ ,  $I_0=5-6$  баллов [71] и Фархорскому с  $K_p=13.1$ ,  $I_0=6$  баллов [68], произошедшим юго-восточнее г. Душанбе на расстояниях от него 20 и 125 км соответственно. Всего в годовом каталоге [46] отмечено 21 ощутимое землетрясение.

В **Центральной Азии** число землетрясений несколько уменьшилось (483 [97] вместо 524 в 1999 г. [100]), но выделившаяся сейсмическая энергия возросла почти втрое –  $0.13 \cdot 10^{15}$  Дж вместо  $0.05 \cdot 10^{15}$  Дж. Это обусловлено в основном Камашинским-II землетрясением 20 апреля с  $K_p=13.7$  и серией его афтершоков [67]. Оно ощущалось на расстоянии до 400 км от эпицентра с интенсивностью от 5–6 до 3 баллов. Стабильно сейсмоактивна, как и в предыдущие годы ([100–101]), очаговая область известных Газлийских землетрясений 08.04.1976 и 17.05.1976 гг. с  $MLH=7.0$  и 7.3 [103] и 19.03.1984 гг. с  $MLH=7.2$  [104]. В каталоге землетрясений 2000 г. [54] приведены макросейсмические сведения для 12 землетрясений.

На территории **Северного Тянь-Шаня**, напротив, число землетрясений увеличилось (453 в 2000 г. [98] вместо 333 в 1999 г. [105]), а выделившаяся энергия втрое уменьшилась из-за от-

сутствия сильных толчков (в 1999 г.  $\Sigma E=10.3 \cdot 10^{12}$  Дж, в 2000 г. –  $3.7 \cdot 10^{12}$  Дж). Можно отметить лишь одно землетрясение с  $K_p=12.5$ , которое реализовалось 8 августа в отрогах хр. Терской Алатау и ощущалось с  $I=3$  балла в Алма-Ате [106]. Землетрясение сопровождалось афтершоками. Сведения об ощутимости землетрясений, кроме упомянутого, собраны еще для двух толчков (28 мая с  $K_p=9.0$  и 19 декабря с  $K_p=11.2$  [106]).

**В Восточном Казахстане** обработано 14 землетрясений [7] (против 18 в 1999 г. [107]), максимальным из которых было землетрясение 28 июля с  $K_p=12.5$  в районе хр. Тарбагатай. Оно вызвало в Зайсане (170 км) четырехбалльные сотрясения.

**В регионе Алтай и Саяны (VI)** величина выделившейся сейсмической энергии возросла в пять раз, с  $2.3 \cdot 10^{13}$  Дж в 1999 г. [11] до  $11.7 \cdot 10^{13}$  Дж в 2000 г. [12], хотя общее число землетрясений увеличилось незначительно (с 1045 до 1242). Необычным событием на севере региона явилось ощутимое (до 5 баллов) землетрясение 14 марта с  $K_p=10.6$  вблизи шахтерского г. Белово, вызвавшее заметное беспокойство населения. Землетрясение обследовано, для него построена макросейсмическая схема пунктов-баллов [12]. 27 октября 2000 г. произошло значительное по энергии ( $K_p=13.8$ ,  $M_s=5.7$  [108]) Агинское землетрясение в верховье р. Канн, примерно в 200 км к юго-востоку от Красноярска. Этот район слабосейсмичен: за весь период инструментальных наблюдений с 1963 г. здесь локализовано всего несколько десятков слабых толчков. Агинское землетрясение сопровождалось серией афтершоков и ощущалось в эпицентре с интенсивностью до 7 баллов. Оно обследовано в 50 населенных пунктах с удалением от эпицентра почти до 600 км [12]. Макросейсмические данные приведены в каталоге [108] еще для двух событий.

**В регионе Прибайкалье и Забайкалье (VII)** в 2000 г. произошел заметный спад уровня сейсмичности как по числу землетрясений (с 9762 в 1999 г. [13] до 3861 в 2000 г. [14]), так и по энергии, которая уменьшилась более чем в 30 раз, с  $998.9 \cdot 10^{12}$  Дж до  $32.6 \cdot 10^{12}$  Дж. Судя по наклону графика повторяемости в 2000 г. ( $\gamma=0.56 \pm 0.02$ ), по сравнению с таковым в 1999 г. ( $\gamma=0.46 \pm 0.01$ ), в регионе имело наличие преимущественно слабых землетрясений. Из трех областей региона традиционно малосейсмична Сибирская платформа, где даже максимальные землетрясения не превышают  $K_p=9$ . Основная масса землетрясений и выделившейся энергии (90%) имело место в Байкальской рифтовой зоне, где максимальным в 2000 г. было землетрясение 31 мая с  $K_p=13.4$ . В области сильных Кичерских землетрясений 1999 г. [109] активность, по-прежнему, высокая – зарегистрировано около 1000 афтершоков до  $K_p=11.7$ . В Забайкальской области реализовались четыре землетрясения с  $K_p \div 12$ . В годовом каталоге [110] содержатся макросейсмические данные для 26 землетрясений.

**В Приамурье и Приморье (VIII)** число коровых землетрясений несколько увеличилось (со 169 в 1999 г. [111] до 209 в 2000 г. [112]), но выделившаяся в их очагах суммарная сейсмическая энергия уменьшилась более чем в три раза (в 1999 г.  $\Sigma E \sim 6.0 \cdot 10^{12}$  Дж, в 2000 г. –  $1.7 \cdot 10^{12}$  Дж). Сейсмическая энергия глубокофокусных землетрясений тоже уменьшилась на порядок (с  $2.3 \cdot 10^{16}$  Дж до  $2.0 \cdot 10^{15}$  Дж). Самое сильное коровое землетрясение зарегистрировано 14 мая с  $K_p=11.8$ , самое сильное ( $MPV=6.0$ ) глубокое ( $h=529$  км) – 13 февраля в районе Владивостока, которое ощущалось в Японии с интенсивностью 2 балла. Сведения об ощутимости имеются для трех землетрясений года [42].

**На Сахалине (IX)** произошла резкая активизация коровой сейсмичности в связи с Углегорско-Айнским землетрясением 4 августа с  $MLH=7.0$  и его многочисленными афтершоками в Западно-Сахалинском районе. В результате число землетрясений возросло почти в 2.5 раза (в 1999 г. – 194 [113], в 2000 г. – 446 [9]), а уровень энергии – на пять порядков (в 1999 г. –  $6.23 \cdot 10^{10}$  Дж, в 2000 г. –  $158590 \cdot 10^{10}$  Дж). В эпицентральной зоне землетрясения была развернута сеть из семи автономных цифровых станций «Datamark», записавшая около 2000 афтершоков. Ощутимыми, кроме основного толчка, были 29 его афтершоков. Углегорско-Айнское землетрясение описано в отдельной статье [114] наст. сб. В Северном районе Сахалина отмечено 11 ощутимых землетрясений с  $MLH_{\max}=4.2$ ,  $I_{\max}=5$  баллов, приуроченных в основном к очаговой зоне Нефтегорского землетрясения 1995 г. [115]. Активность глубокофокусных землетрясений снизилась (в 1999 г. –  $N=15$ ,  $\Sigma E=119.7 \cdot 10^{12}$  Дж [113], в 2000 г. –  $N=11$ ,  $\Sigma E=18 \cdot 10^{12}$  Дж [9]). Макросейсмические данные в каталоге [43] содержатся для 46 толчков года.

**В Курило-Охотском регионе (X)** число коровых землетрясений уменьшилось незначительно, по сравнению с таковым в 1999 г. (450 в 2000 г. [116] вместо 464 в 1999 г. [117]), а сум-

марная энергия возросла более чем в три раза ( $44.1 \cdot 10^{13}$  Дж вместо  $12.6 \cdot 10^{13}$  Дж). Зато при небольшом увеличении числа глубоких землетрясений (143 в 2000 г. вместо 122 в 1999 г.) их суммарная энергия уменьшилась в три раза ( $45.7 \cdot 10^{13}$  Дж вместо  $135 \cdot 10^{13}$  Дж). Максимальная зарегистрированная глубина гипоцентра в 2000 г. составила 591 км у землетрясения 24 мая с  $MSH=5.3$  под акваторией Охотского моря. Наиболее сильные землетрясения реализовались на севере, в Парамуширском районе, самое сильное ( $MS=7.1$ ,  $Mw=6.8$ ) из которых с отмечено южнее Шикотана 28 января (табл. 2), оно ощущалось в Японии с  $I=6-7$  баллов. В годовом каталоге [44] имеются сведения еще о 82 ощутимых землетрясениях с интенсивностью от 1–2 до 6–7 баллов.

**В регионе Камчатка и Командорские острова (XI)** в 2000 г. максимальные землетрясения были 6 июля с  $K_S=13.0$  в Алеутском глубоководном желобе, 3 июня с  $K_S=13.1$  и 20 декабря с  $K_S=13.0$  – в южной части прибрежной зоны. Суммарная сейсмическая энергия уменьшилась в шесть раз ( $8.8 \cdot 10^{13}$  Дж в 2000 г. [18] против  $56 \cdot 10^{13}$  Дж в 1999 г. [118]), хотя число землетрясений почти не изменилось (3606 в 1999 г. и 3714 в 2000 г.). На глубинах более 500 км произошло четыре землетрясения (15 апреля, 1 мая, 21 июня, 22 июля с  $K_S=8.8, 10.1, 9.9$ , и  $9.9$  соответственно). Наибольшую глубину  $h=571$  км имело первое из них. Ощутимых на территории Камчатки зарегистрировано 52 толчка с интенсивностью от 2 до 5–6 баллов [45].

Продолжена публикация раздела III «Сейсмический мониторинг вулканов», где рассматривается уровень сейсмичности в зоне Северной (Ключевской) и Авачинской групп вулканов [119]. В первой из них зарегистрировано 2882 землетрясения, в очагах которых в общей сложности выделилось всего  $1.6 \cdot 10^9$  Дж энергии [120], во второй – оба показателя значительно ниже –  $N=149$  и  $\Sigma E=0.006 \cdot 10^9$  Дж [121].

**В регионе Северо-Восток (XII)** благодаря установке новой цифровой станции «Охотск» число зарегистрированных землетрясений возросло в два раза (в 1999 г.  $N=45$  [122], в 2000 г. – 94 [8]), а суммарная энергия – в полтора раза (в 1999 г.  $\Sigma E=17.2 \cdot 10^{11}$  Дж, в 2000 г. –  $27.8 \cdot 10^{11}$  Дж). Очаги всех землетрясений – неглубокие, до 16 км. Наибольшая плотность землетрясений наблюдалась вдоль границы с Якутией. Следует отметить ощутимое землетрясение 29 июля с  $K_p=11.8$  севернее г. Сусуман с интенсивностью до трех баллов. Максимальным в регионе является землетрясение 27 сентября с  $K_p=12.2$  [123].

**В регионе Якутия (XIII)** наблюдалось заметное падение уровня сейсмичности: уменьшилось и число землетрясений почти в два раза (в 1999 г.  $N=829$  [124], в 2000 г. – 442 [6]), и суммарная энергия более чем на порядок (в 1999 г.  $\Sigma E=30.3 \cdot 10^{12}$  Дж, в 2000 г. –  $2.9 \cdot 10^{12}$  Дж). Наиболее сильные землетрясения произошли в Лаптевском районе 10 июля с  $K_p=12.4$  и в районе хр. Черского 27 сентября с  $K_p=11.7$ . Не умолкает пока очаговая зона Олдонгсинского роя, возникшего еще в 1997 г. [124–126], хотя число роевых толчков существенно уменьшилось (в 1999 г.  $N=400$  [124], в 2000 г. – лишь немногим более 100 [127]).

**По региону Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь (XIV)**, как и в 1999 г. [24], приведены сведения о сейсмичности трех территорий: Воронежский кристаллический массив (ВКМ), Восточная часть Балтийского щита и Беларусь.

На территории **Воронежского кристаллического массива** впервые с начала организации наблюдений (с 1997 г. [128]) зарегистрировано и обследовано ощутимое пятибалльное землетрясение с  $K_p=10.8$  [53], названное Никольским. Это землетрясение достаточно сильное для Восточно-Европейской платформы в целом. Оно произошло 31 марта в Хоперском мегаблоке вблизи г. Калач и описано в отдельной статье [72]. Никольское землетрясение обусловило заметный рост суммарной энергии землетрясений (в 1999 г.  $N=31$  и  $\Sigma E=1.12 \cdot 10^9$  Дж [129], в 2000 г. – 43 и  $12.0 \cdot 10^9$  Дж [130]).

На территории **Восточной части Балтийского щита** напротив, произошло весьма заметное (на два порядка) уменьшение уровня выделившейся энергии (в 1999 г. –  $102.2 \cdot 10^{10}$  Дж [131], в 2000 г. –  $1.02 \cdot 10^{10}$  Дж [132]). Число землетрясений тоже уменьшилось, но менее значительно, в три раза ( $N=23$  [133] вместо 67 [134]). Из указанных 23 землетрясений большая часть зарегистрирована на Кольском полуострове, четыре – в Белом море (как и в 1999 г. [134]) и три – в Финляндии.

**В Беларуси**, как и ранее [135–137], вся сейсмичность была сосредоточена вблизи Старобинского месторождения калийных солей и в его окрестностях, где в 2000 г. к типу «возможно, землетрясения» отнесены 25 толчков, что в три раза меньше, нежели в 1999 г. ( $N=79$ ). Уровень

высвобожденной в их очагах сейсмической энергии в 2000 г., равный  $\Sigma E = 1.7 \cdot 10^9$  Дж [21], также снизился в 2.5 раза, по сравнению с таковым в 1999 г. ( $\Sigma E = 4.2 \cdot 10^9$  Дж [137]). Наибольшее значение энергетического класса  $K_p = 8.5$  отмечено для трех толчков: 18 января в 12<sup>h</sup>29<sup>m</sup>, 29 января в 15<sup>h</sup>58<sup>m</sup>, 24 февраля в 19<sup>h</sup>45<sup>m</sup> [138].

В Арктическом бассейне (XV) мировой сетью в 2000 г. зарегистрировано всего лишь 28 землетрясений [139], тогда как в 1999 г. их было 267 [140], более 200 из которых составили рой на участке хр. Гаккеля с  $\lambda = 84\text{--}88^\circ$  Е, где с 1990 г. по 1997 г. было затишье [141]. Повышение сейсмической активности здесь началось в 1998 г. [142], а резкое увеличение – в 1999 г. [141]. Однако уже в 2000 г. уровень сейсмичности снизился до фонового значения [143]. Почти все землетрясения (27 из 28) локализованы в хр. Гаккеля, в глубоководной части Северного Ледовитого океана.

### Л и т е р а т у р а

1. Михайлова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северной Евразии. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
2. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2000 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ЦОМЭ ГС РАН, 2000–2001.
3. Bulletin of the International Seismological Centre for 2000. – Berkshire: ISC, 2002.
4. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Осокина А.Ш., Мирзалиев М.М., Амиров С.Р. Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
5. Гаипов Б.Н., Петрова Н.В., Голинский Г.Л., Рахимов А.Р., Сарыева Г.Ч. Копетдаг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
6. Козьмин Б.М. Якутия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
7. Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Северный, Восточный и Центральный Казахстан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
8. Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Курткин С.В., Лещук Н.М. Северо-Восток России. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
9. Фокина Т.А., Паршина И.А., Рудик М.И., Сафонов Д.А., Сен Рак Се, Ким Чун Ун. Сахалин. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
10. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А., Пустовитенко А.А., Поречнова Е.И., Сыкчина З.Н. Крым. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
11. Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Ярыгина М.А. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 124–131.
12. Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Алтай и Саяны. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
13. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 132–139.
14. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К., Радзиминович Я.Б. Прибайкалье и Забайкалье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
15. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
16. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А. Армения. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
17. Папалашвили В.Г. Грузия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
18. Левина В.И., Иванова Е.И., Гусева Е.И. Камчатка и Командорские острова. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
19. Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Симонова Н.А., Степаненко Н.Я. Карпаты. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
20. Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Чуба М.В., Симонова Н.А., Степаненко Н.Я. Карпаты // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 43–51.
21. Аронова Т.И. Беларусь. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).

22. **Введение.** См в наст. сб.
23. **Старовойт О.Е., Захарова А.И., Михайлова Р.С.** Северная Евразия // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 8–17.
24. **Старовойт О.Е., Захарова А.И., Михайлова Р.С.** Северная Евразия // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 14–25.
25. **Раутиан Т.Г.** Об определении энергии землетрясений на расстоянии до 3000 км // Экспериментальная сейсмика (Тр. ИФЗ АН СССР; № 32(199)). – М.: Наука, 1964. – С. 88–93.
26. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясения // Методы детального изучения сейсмичности (Тр. ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: АН СССР, 1960. – С. 75–114.
27. **Петрова Н.В., Рахимов А.Р.** Соотношения между магнитудными шкалами и энергетическими характеристиками землетрясений Копетдагского региона // Изв. АН ТССР. Сер. ФТХиГН. – 1992. – № 5. – С. 60–67.
28. **Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е.** Об энергетической оценке землетрясений Крымско-Черноморского региона // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. Т. 2. – М.: ИФЗ АН СССР, 1974. – С. 113–125.
29. **Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В.** Землетрясения Крымско-Черноморского региона. – Киев: Наукова думка, 1989. – 189 с.
30. **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.
31. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–22.
32. **Федотов С.А.** Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. – М.: Наука, 1972. – 117 с.
33. **Гусев А.А., Мельникова В.Н.** Связи между магнитудами – среднемировые и для Камчатки // Вулканология и сейсмология. – 1990. – № 6. – С. 55–63.
34. **Коломиец А.С., Баранов С.В.** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 168–171.
35. **Коломиец А.С., Петров С.И.** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 140–142.
36. **Костюк О.П., Москаленко Т.П., Руденская И.М.** Землетрясения Карпат // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИА-Природа, 1999. – С. 10–14.
37. **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.
38. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Новые данные о динамике сейсмических волн неглубокофокусных Курило-Камчатских землетрясений // Проблемы цунами. – М.: Наука, 1968. – С. 75–97.
39. **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.
40. **Филина А.Г.** Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИА-Природа, 1999. – С. 65–68.
41. **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.: НИА-Природа, 1999. – С. 102–114.
42. **Коваленко Н.С., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Величко Л.Ф., Сычаева Н.А., Садчикова А.А.** Приамурье и Приморье. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
43. **Паршина И.А., Фокина Т.А., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Величко Л.Ф., Мулякаева Н.К., Прилуцкая Ю.А., Ким Чун Ун, Сен Рак Се, Нагорных Т.В., Рудик М.И.** Сахалин. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
44. **Брагина Г.И., Поплавская Л.Н. (отв. сост.), Пиневич М.В., Дорошкевич Е.Н., Пермикин Ю.Ю.** Курило-Охотский регион. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).

45. Левина В.И., Лепская Т.С. (отв. сост.), Бахтиарова Г.М., Карпенко Е.А., Кобзева А.А., Кривогорницына Т.М., Митюшкина С.В., Пархоменко С.А., Пилипенко Л.В., Шевченко Н.А. Камчатка и Командорские острова. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
46. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Давлятова Р., Хусейнова Г.А., Михайлова Р.С., Улубиев А.Н., Максименко Т.И. Таджикистан. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
47. Руденская И.М. (отв. сост.), Гаранджа И.А., Келеман И.Н., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Стасюк А.Ф., Пронишин М.Р., Симонова Н.А. Карпаты. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
48. Габсатарова И.П., Амиров С.Р. (отв. сост.), Селиванова Е.А., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Сагателова Е.Ю., Абдуллаева А.Р. Северный Кавказ. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
49. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
50. Hisada T., Nakagawa K. Present Japanese Development in Engineering Seismology and their Application to Buildinge. – Japan: 1958.
51. Давыдова Н.А. (отв. сост.), Брагин Г.И., Паршин И.А., Пиневиц М.И. Курило-Охотский регион // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2000. – С. 232–265.
52. Абдуллаева Р.Р., Миргуламова С.М., (отв. сост.), Казиева С.Г., Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Э., Исмаилова С.С., Кулиева С.К., Исламова Ш.К. Азербайджан. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
53. Пивоваров С.П. (отв. сост.), Надёжка Л.И., Сафронич И.Н. Воронежский кристаллический массив. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
54. Джанузакоев К.Д. (по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Сопиева К., Жунусова Ж., Айбашева К., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А. Центральная Азия. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
55. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Мкртчян А.Т., Паносян Э.А., Петросян М.Д. Армения. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
56. Сарыева Г.Ч., Рахимов А.Р., Голинский Г.Л. (отв. сост.), Тачов Б., Мамедязова М.Т., Халлаева А.Т., Коржукова Т.А., Таджикиева Ш.К., Дурасова И.А., Клычева Э.Р., Эсенова А., Петрова Н.В. Копетдаг. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
57. Оскорбин Л.С., Бобков А.О., Спирин А.И., Усышкин И.Е., Шишкин А.А., Шолохова А.А., Давыдова Н.А., Поплавский А.А., Садчикова А.А. Шикотанское землетрясение 4(5) октября 1994 года // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2000. – С. 163–174.
58. Захарова А.И., Чепкунас Л.С. (отв. сост.). Землетрясения Мира // Землетрясения Северной Евразии в 1994 году. – М.: ОИФЗ РАН, 2000. – С. 300.
59. Гаипов Б.Н., Петрова Н.В., Голинский Г.Л., Безменова Л.В., Рахимов А.Р. Балханское землетрясение 6 декабря 2000 г. с  $MS=7.3$ ,  $I_0=8-9$  (Копетдаг). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
60. Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А. Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизийного пояса. – М.: Геос, 2002. – 224 с.
61. **Machinereadable EDR**, 2000.
62. Кофф Г.А., Булгаков Р.Ф., Иващенко А.И., Малаховский А.А., Оскорбин Л.С., Стрельцов М.И. Предварительная оценка последствий Углегорского землетрясения 4 (5) августа 2000 года на Сахалине / Ред. Г.Л. Кофф. – Москва–Южно-Сахалинск: ОП, 2000. – 66 с.
63. Иващенко А.И., Булгаков Р.Ф., Ким Чун Ун, Мельников О.А., Михайлова Т.Г., Нагорных Т.В., Оскорбин Л.С., Поплавская Л.Н., Поплавский А.А., Стрельцов М.И., Шалгин С.В., Кузнецов Д.П., Бобков А.О., Брагина Г.И., Волков И.Е., Давыдова Н.А., Коваленко Н.С., Михайлов В.И., Паршина И.А., Пиневиц М.В., Рогозина С.Е., Рудик М.И., Сен Рак Се, Спирин А.И., Сычаева Н.А. Землетрясение 4(5) августа 2000 г. на Сахалине // Первый Российско-Японский семинар «Проблемы геодинамики и прогноза землетрясений», г.Хабаровск 26–29 сентября, 2000 г. – Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2001. – С. 109–125.

64. Wells D.L., Coppersmith K.J. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement // Bull. Seis. Soc. Am. – 1994. – 84. – № 4. – P. 974–1002.
65. Гасанов А.Г., Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Каспийские землетрясения 25 ноября 2000 г. в  $18^{\text{h}}09^{\text{m}}$  и в  $18^{\text{h}}10^{\text{m}}$  с  $M_w=6.8$  и  $6.5$ ,  $I_0=8$  (Азербайджан). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
66. Гасанов А.Г., Маммедли Т.Я., Исламова Ш.К. Саатлинское землетрясение 21 марта 2000 г. с  $MS=4.3$ ,  $I_0=6$  (Азербайджан). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
67. Михайлова Р.С. Камашинское-II землетрясение 20 апреля 2000 года с  $M_w=5.3$ ,  $I_0=5-6$  (Узбекистан). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
68. Джураев Р.У. Фархорское землетрясение 30 октября 2000 года с  $M_w=5.1$ ,  $I_0=6$  (Таджикистан). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
69. Сидоренко А.В. (гл. ред.). Карта разломов территории СССР и сопредельных стран. Масштаб 1:2500000. – М.: Мингео и АН СССР, 1978.
70. Джанузакоев К.Д. (по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Гиязова Ш.Ш. (Узбекистан), Сопиева К., Жунусова Ж., Айбашева К., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Абдыкадыров А.А. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. (На CD.)
71. Джураев Р.У. Султанабадское землетрясение 12 марта 2000 года с  $K_p=10.9$ ,  $I_0=5-6$  (Таджикистан). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
72. Надёжка Л.И., Сафронич И.Н., Пивоваров С.П., Габсатарова И.П., Михайлова Р.С., Бабкова Е.А. Никольское землетрясение 31 марта 2000 года с  $K_p=10.8$ ,  $I_0=5$  (Воронежская область) (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
73. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А. Баяндурское землетрясение 9 августа 2000 года с  $M=2.8$ ,  $I_0=4-5$  (Армения). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
74. Беккер А.Я., Кошлаков Г.В., Кузнецов Е.С. Глубинное строение Юго-Западного Таджикистана по геолого-геофизическим данным // Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах. – М.: Наука, 1974. – С. 25–38.
75. Надёжка Л.И., Рогожин Е.А., Афанасьев Н.С., Тарков А.А., Рейснер Г.И., Нечаев Ю.В., Иогансон Л.И. и др. Отчет о результатах научно-исследовательских работ по проекту 5.1–268 «Глубинные неоднородности литосферы и сейсмичность центра Восточно-Европейской платформы (Воронежский кристаллический массив)». – Воронеж-Москва: ГС РАН, ИФЗ, 2000. – 102 с.
76. Рейснер Г.И., Иогансон Л.И. Сейсмический потенциал Западной России, других стран СНГ и Балтии // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып. 1. – М.: ОИФЗ РАН, 1993. – С. 186–196.
77. Рейснер Г.И., Иогансон Л.И. Возможны ли сильные землетрясения в пределах равнинных территорий? // Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений. Информационно-аналитический бюллетень. – М.: МЧС России, Междуведомственная комиссия по сейсмическому мониторингу, РАН, 1995. – № 3. – С. 48–50.
78. Бюс Е.И., Гигинешвили В.М. Ленинанканское землетрясение 22.10.1926 г. (по макросейсмическим наблюдениям) // Квартальный сейсмологический бюллетень (Приложение). – Тбилиси: Мецниереба, 1943. – 12. – № 12. – С. 39–111.
79. Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. (отв. сост.). П 6. Кавказ [50–1974 гг.,  $M \geq 4.0$ ,  $I_0 \geq 5$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 69–170.
80. Караханян А.С. Активные разломы и сильные землетрясения Анатолийско-Малокавказского орогена: Дис. д-ра. геол.-мин. наук / ОИФЗ РАН. – М.: 1995. – 50 с.
81. Пустовитенко А.Н., Свидлова В.А., Пустовитенко А.А., Поречнова Е.И., Сыкчина З.Н. Крым // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 52–59.
82. Свидлова В.А. (отв. сост.). Крым. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
83. Пустовитенко А.Н., Пустовитенко Б.Г., Поречнова Е.И., Свидлова В.А., Сыкчина З.Н. Крым // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 36–44.
84. Гасанов А.Г., Абдуллаева Р.Р. Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 60–64.

85. Гасанов А.Г., Абдуллаева Р.Р. Азербайджан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
86. Габсатарова И.П. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 83–86.
87. Габсатарова И.П. Северный Кавказ. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
88. Асманов О.А., Амиров С.Р., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М., Осокина А.Ш. Дагестан // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 77–82.
89. Саргсян Г.В., Мкртчян А.Т., Мхитарян К.А. Армения // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 65–73.
90. Папалашвили В.Г., Ахалбедашвили А.М. Грузия // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 73–76.
91. Асманов О.А., Амиров С.Р., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Мирзалиев М.М., Осокина А.Ш., Габсатарова И.П., Михайлова Р.С. Кизилортское землетрясение 31 января 1999 г. с  $MS=5.5$ ,  $I_0=7$  (Дагестан) // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 254–263.
92. Папалашвили В.Г., Кахиани Л.А., Аманаташвили Я.Т. (отв. сост.), Бедианашвили Э.З., Концелидзе Л.В., Лабадзе Л.Б., Сохадзе Л.Д., Табуцадзе Ц.А., Михайлова Р.С. Грузия. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
93. Гаипов Б.Н., Петрова Н.В., Голинский Г.Л., Рахимов А.Р., Сарыева Г.Ч. Копетдаг // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 87–102.
94. Голинский Г.Л. (отв. сост.), Голинский Г.Л., Кондорская Н.В., Рахимов А.Р., Рустанович Д.Н., Шебалин Н.В. (сост.) при участии Непесова Р.Д., Смирновой В.А. II в. Западная Туркмения [2000 до н.э. – 1974 г.,  $M \geq 4.5$ ,  $I_0 \geq 6$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 171–197.
95. Гаипов Б.Н., Петрова Н.В., Голинский Г.Л., Рахимов А.Р., Сарыева Г.Ч. Копетдаг // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 63–72.
96. Гаипов Б.Н., Голинский Г.Л., Петрова Н.В., Ильясов Б.И., Мурадов Ч.М., Рахимов А.Р., Безменова Л.В., Гарагозов Д., Ходжаев А., Баймурадов К., Рахманова М.С. Боджнурдское землетрясение 4 февраля 1997 года с  $MS=6.6$ ,  $I_0=8$  (Копетдаг) // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 199–210.
97. Джанузакоев К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
98. Р.Т. Бейсенбаев, А.Н. Ли, Н.А. Калмыкова, Н.П. Неверова. Северный Тянь-Шань. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
99. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 106–115.
100. Джанузакоев К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 103–105.
101. Джанузакоев К.Д., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Землетрясения Центральной Азии // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: НИИ-Природа, 1999. – С. 49–54.
102. Джанузакоев К.Д., Ильясов Б.И., Калмыкова Н.А., Гиязова Ш.Ш. Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 73–76.
103. Ананьин И.В., Касымов С.М., Джураев А., Мадатов П., Абдурахманов С.А., Голинский Г.Л., Мурадов Ч., Рахимов А.Р., Иодко В.К., Краснова А.Ф. Макросейсмические данные Газлийских землетрясений // Землетрясения в СССР в 1977 году. – М.: Наука, 1981. – С. 47–67.
104. Абдыкадыров А.А., Азизов Г.Ю., Аронов А.Г., Яковлев В.Н., Зарифбаев Х.З., Исмаилов Ш.Ш., Джураев А., Иодко В.В., Шебалин Н.В., Краснова А.Ф. Газлийское землетрясение 19 марта 1984 г. // Землетрясения в СССР в 1984 году. – М.: Наука, 1987. – С. 67–85.
105. Бейсенбаев Р.Т., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П. Северный Тянь-Шань // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 116–120.
106. Неверова Н.П. (отв. сост.), Шипулина С.А., Проскурина Л.П., Умурзакова Р.А., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.Н. Северный Тянь-Шань. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
107. Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Северный, Восточный и Центральный Казахстан // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 121–123.

108. Филина А.Г., Подкорытова В.Г., Фатеев А.В. (отв. сост.), Данциг Л.Г., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Слепенкова Э.А. Алтай и Саяны. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
109. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Радзиминович Н.А., Ружич В.В., Масальский О.К., Радзиминович Я.Б., Бержинский Ю.А., Бержинская Л.П., Павленов В.А., Емельянова И.А. Кичерские землетрясения 21 марта 1999 года с  $K_p=14.5$  и  $14.2$ ,  $I_0=7-8$  (Прибайкалье) // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 280–295.
110. Леонтьева Л.Р., Гилёва Н.А. (отв. сост.), Тигунцева Г.В., Хайдурова Е.В., Андрусенко Н.А., Виноградова Л.П., 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. Прибайкалье и Забайкалье. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
111. Фокина Т.А., Коваленко Н.С., Паршина И.А., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 140–147.
112. Фокина Т.А., Коваленко Н.С., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
113. Фокина Т.А., Паршина И.А., Сафонов Д.А., Сен Рак Се, Ким Чун Ун. Сахалин // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 148–158.
114. Поплавская Л.Н., Нагорных Т.В., Фокина Т.А., Поплавский А.А., Пермикин Ю.Ю., Стрельцов М.И., Ким Чун Ун, Сафонов Д.А., Мельников О.Я., Рудик М.И., Оскорбин Л.С. Углегорско-Айное землетрясение 4 августа 2000 года,  $MLH=7.0$ ,  $I_0=8-9$  (Сахалин). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
115. Оскорбин Л.С., Поплавский А.А., Стрельцов М.И., Шолохова А.А., Давыдова Н.А., Койкова Л.Ф., Садчикова А.А., Хритова Л.И. 2001. Нефтегорское землетрясение 27(28) мая 1995 года ( $M_w=7.1$ ) // Землетрясения Северной Евразии в 1995 году. – М.: ОИФЗ РАН. – С. 170–182.
116. Фокина Т.А., Брагина Г.И., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Курило-Охотский регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
117. Фокина Т.А., Брагина Г.И., Рудик М.И., Сафонов Д.А. Курило-Охотский регион // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 159–167.
118. Левина В.И., Иванова Е.И., Гордеев Е.И., Гусева Е.И. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 168–176.
119. Сениюков С.Л., Гарбузова В.Т., Дрознина С.Я., Нуждина И.Н., Кожевникова Т.Ю., Толокнова С.Л. Вулканы Камчатки. (См. раздел III (Сейсмический мониторинг вулканов) в наст. сб.).
120. Сениюков С.Л. (отв. сост.), Нуждина И.Н., Дрознина С.Я., Кожевникова Т.Ю. Северная группа вулканов. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
121. Сениюков С.Л. (отв. сост.), Нуждина И.Н., Дрознина С.Я., Кожевникова Т.Ю. Авачинская группа вулканов. (См. раздел VII (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
122. Гунбина Л.В., Алёшина Е.И., Лещук Н.М., Седов Б.М. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 177–180.
123. Алёшина Е.И., Лещук Н.М. (отв. сост.), Гунбина Л.В., Седов Б.М. Северо-Восток России. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
124. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 181–189.
125. Козьмин Б.М., Ларионов А.Г. (отв. сост.), Марченко Т.И., Захарова Ж.Г., Саввинова Н.А., Карпова С.Ю., Денега Е.Г. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – (На CD).
126. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 173–177.
127. Козьмин Б.М., Ларионов А.Г. (отв. сост.), Марченко Т.И., Захарова Ж.Г., Саввинова Н.А., Денега Е.Г. Якутия. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
128. Старовойт О.Е., Надёжка Л.И., Дубянский А.И., Сафронич И.Н., Пивоваров С.П., Савенков А.В. Некоторые черты строения Воронежского кристаллического массива и первые результаты сейсмических наблюдений на его территории // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 156–163.

129. **Надёжка Л.И., Сафронич И.Н., Пивоваров С.П., Сорокин Б.А., Золототрубова Э.И.** Воронежский кристаллический массив // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 190–194.
130. **Надёжка Л.И., Сафронич И.Н., Орлов Р.А., Пивоваров С.П.** Воронежский кристаллический массив. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
131. **Коломиец А.С., Баранов С.В.** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 195–199.
132. **Баранов С.В.** Восточная часть Балтийского щита. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
133. **Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.).** Восточная часть Балтийского щита. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
134. **Коломиец А.С., Нахшина Л.П. (отв. сост.).** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – (На CD.)
135. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 172–180.
136. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 188–194.
137. **Аронова Т.И.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 200–203.
138. **Аронова Т.И (отв. сост.), Кочеткова О.И.** Беларусь. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
139. **Аветисов Г.П. (сост.).** Арктический бассейн. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
140. **Аветисов Г.П. (сост.).** Арктический бассейн // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – На CD.
141. **Аветисов Г.П.** Арктический бассейн // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 204–209.
142. **Аветисов Г.П.** Арктический бассейн // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 195–197.
143. **Аветисов Г.П.** Арктический бассейн. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).