

1. ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ

УДК 550.348. (-924/-925)

СЕЙСМИЧНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ в 2010 г.

О.Е. Старовойт, Р.С. Михайлова, Е.А. Рогожин, В.И. Левина

Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, raisa@gsras.ru

Введение. Сейсмичность Северной Евразии обусловлена геологическим строением и интенсивностью протекающих в ней геодинамических процессов. Ее территория состоит из ряда орогенических и платформенных областей, резко различающихся уровнем сейсмичности. Орогенические и субдукционные области относятся к известным сейсмическим поясам – Тихоокеанскому (Курило-Камчатская и Сахалинская) и Трансазиатскому (Иран-Кавказ-Анатолийская, Центрально-Азиатская, Алтай-Саяно-Байкальская и др.). Платформенные области включают четыре крупные платформы разного возраста – Восточно-Европейскую, Западно-Сибирскую, Туранскую и Сибирскую.

Тихоокеанский пояс сейсмичности характеризуется очень высокой сейсмической активностью. Так, в Курило-Камчатской зоне субдукции, самой сейсмически активной во всей Северной Евразии, возникают наиболее сильные землетрясения и высвобождается основная доля сейсмической энергии, накапливаемой в результате активно идущих геодеформационных межплитных процессов. В этой зоне расположены наиболее глубокие (до 600 км) очаги землетрясений.

Трансазиатский пояс сейсмичности отличается сравнительно менее высокой сейсмической активностью и наличием очагов с промежуточной глубиной $h=70-300$ км. Здесь выделяются две хорошо выраженные коллизионные зоны (Восточные Карпаты и Памиро-Гиндукуш) и слабо выраженный очаг на Северном Кавказе. Для остальных территорий значения h не превышают 60 км.

Для платформенных областей характерна сравнительно слабая и рассеянная сейсмичность и сосредоточенность очагов землетрясений в пределах земной коры. Основная часть обрамляющих платформы сейсмоактивных регионов Северной Евразии относится к орогеническим областям.

Сейсмическая обстановка во всех областях проанализирована на базе данных стационарного мониторинга землетрясений за 2010 г., проводимого сейсмической сетью Геофизической службы РАН, Геофизической службы Сибирского отделения РАН, всеми их региональными подразделениями, а также национальными сетями стран СНГ: Беларуси, Украины, Молдовы, Азербайджана, Армении, Туркменистана, Таджикистана, Узбекистана, Кыргызстана и Казахстана.

Данный обзор составлен на основе региональных каталогов землетрясений и обзорных статей по регионам и территориям, представленных учреждениями, перечисленными во Введении к настоящему сборнику [1]. Кроме того, использованы ежедекадный Сейсмологический бюллетень ГС РАН [2], бюллетень Международного сейсмологического центра [3] и каталог сильных землетрясений Северной Евразии [4] за 2010 г.

Сеть сейсмических станций во всех сейсмоактивных регионах Северной Евразии включала в 2010 г. 535 постоянных станций, из которых 438 цифровых, 77 аналоговых и 12 сейсмических групп (аггау). Кроме того, в ряде регионов работали временные станции. Полный список всех станций с перечнем аппаратуры дан в Приложении к наст. сб. [5]. Отсутствуют сейсмические станции в Арктическом бассейне [6]. Расположение станций на территории Северной Евразии показано на рис. 1.

В 2010 г. **не изменились сети станций** в Беларуси, Крыму, Армении, Таджикистане, Прибайкалье и Забайкалье, на Урале.

Новые станции с цифровым оборудованием в 2010 году открыты:

В Молдове – «Малые Милешты» с 21 ноября [7];

в Азербайджане – «Мингячевир» с 11 января, «Газах» с 18 января, «Саатлы» с 7 апреля, «Астара» с 29 ноября, «Хыналыг» с 30 ноября, «Зардаб» с 1 декабря, «Гядабей» с 22 декабря [8]; на Северном Кавказе – «Красная Поляна» с 24 февраля, «Туапсе» с 31 октября [9];

в Казахстане – «Ортау» с 12 февраля [10], «Березняки» с 1 сентября, «Байтал» с 1 октября [11];
 на Алтае – «Малиновка» с 1 ноября [12];
 на Курильских островах – «Шикотан» с 28 ноября 2009 г. [13];
 на Камчатке – «Звёздный» с 13 июля, «Автодор» с 25 октября, «Каменская» с 5 июля, «Маяк» с 18 ноября [14];
 в Якутии – «Олёкминск» с 11 июня [15];
 в Архангельской области – «Амдерма» с 28 ноября [16];
 на Кольском полуострове – «Териберка» с 6 марта 2009 г., «Ковдор» с 16 июля 2010 г. [17];
 на Сахалине – «Ноглики» с 18 сентября и «Новоалександровск» с 26 октября.

Возобновлена работа

с 17 ноября на Северо-Востоке России станции «Нешкан», с 20 декабря – станций «Проведения» и «Анадырь», с 18 июня – станции «Магадан» [18].

Перенесено оборудование

в Северо-Осетинском филиале ГС РАН с 8 июля со станции «Сунжа» в «Комгарон» и с 4 марта 2009г. со станции «Комсомольская» на станцию «Ставд-Дурт» [9];
 в Приморье станция «Ясный» с 14 января 2010 г. запущена в работу с названием станция «Октябрьский» [19].

Аналоговое оборудование заменено на цифровое на станциях:

в Дагестане – «Ботлих» с 28 июня, «Дербент» со 2 сентября, «Ахты» с 17 октября [20],
 в Копетдаге – «Кизыл-Арват» – с 1 марта, «Сунча» – с 1 июня [21];
 в Кыргызстане – «Ош» с 23 марта, «Манас» и «Суфи-Курган» с 25 марта, «Даравт-Курган», «Салом-Алик», «Боом» – с 5 июня, «Бишкек» с 30 июня, «Каракол (Пржевальск)» с 1 ноября [22];
 на Курильских островах – «Курильск» – с 1 июня [23].

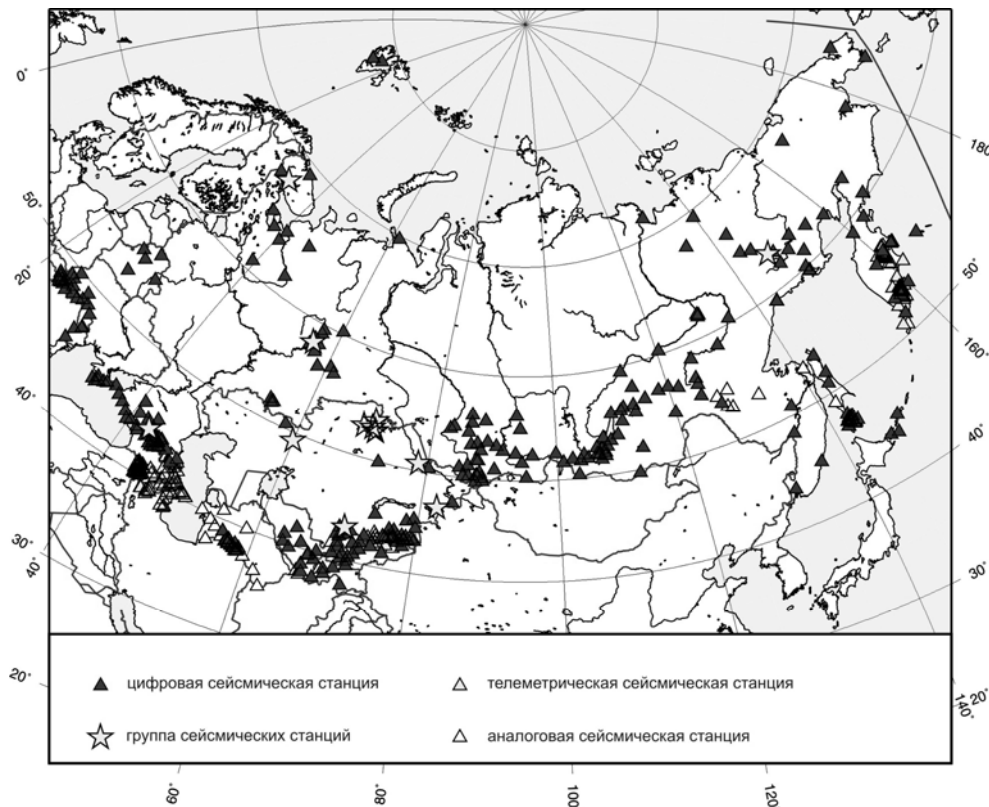


Рис. 1. Сейсмические станции Северной Евразии в 2010 г.

Аналоговое оборудование работает параллельно с цифровым на станциях:
 в Беларуси – «Минск», «Нарочь», «Солигорск» [24];
 в Молдове – «Кишинёв» [25];
 в Армении – «Степанаван» [26];

в Баренц-Евро/Арктике – «Аппатиты» [17];
в Туркменистане – «Маньш» [21];
в Кыргызстане – «Бишкек» [27];
в Приамурье – «Горный», «Зея», «Терней» [19];
на Сахалине – «Тымовское», «Южно-Сахалинск», «Оха» [18].

Временные станции работали:

на Карпатах – «Новоднестровский» [28];
на Алтае – с 12 июня по 30 сентября 14 станций в эпицентральной зоне Чуйского (Алтайского) землетрясения 27.09.2003 г. с $M_S=7.3$ [29]; с 9 сентября 2010 г. в районе г. Камень-на-Оби Алтайского края; три группы в Кузбассе для мониторинга наведенной сейсмичности: одна из них в количестве 17 станций продолжила начатую в 2009 г. работу в районе г. Полысаево Кемеровской области вплоть до мая 2010 г.; вторая – из 20 станций с 28 мая по 19 октября в районе шахты «Распадская», где погибли 91 чел.; третья – из 15 станций, по пять на каждой шахте («Анжерская», «Первомайская», «Берёзовская») для обнаружения областей наведенной сейсмичности на Северном Кузбассе (см. рис. 2 основной статьи [12]);

на Колыме, в эпицентральной зоне 6–7-балльного Ланкучанского землетрясения 26.12.2009 г. [30] временные станции «Ольский перевал», «Орбита» и «Клёпка» работали до 23 января, 26 февраля и до 2 марта 2010 г.; временная станция «Дракон» – до 18 июня [18].

Закрыты аналоговые станции:

в Азербайджане – «Губа», «Локбатан», «Мингячевир» [8];
в Дагестане – «Манас» [20];
в Кыргызстане – «Терек-Сай», «Карамык», «Салом-Алик» [27];
в Казахстане – «Аухатты», «Кызыласкер», «Кыргызсай», «Бесмойнак» [11].

Общая характеристика сейсмичности. Всего в настоящем сборнике опубликованы параметры свыше 22 тыс. событий, включающие землетрясения, взрывы и не идентифицированные события. Кроме того, сюда же отнесены землетрясения, связанные с вулканической активностью, а также дублирующие события, которые попадают в зоны перекрытия обработки соседними региональными центрами и публикуются этими центрами самостоятельно. Извлекая из общего числа событий указанные выше, получаем свыше 11.2 тыс. землетрясений, которые вошли в характеристику сейсмичности Северной Евразии в 2010 году.

По регионам и глубине очагов эти землетрясения располагаются следующим образом.

В земной коре Северной Евразии локализованы свыше 7 тыс. (63.5%) землетрясений. Из них 3.3 тысячи толчков на глубине $h \leq 10$ км; свыше трех тысяч на глубинах 10–40 км и около одной тысячи – с $h=40$ –70 км.

Число землетрясений с промежуточными глубинами $h=70$ –300 км свыше 2.6 тысяч (23%), в том числе 21 – в зоне Вранча в Карпатах с $h=80$ –160 км; 10 – в Терско-Сунженской зоне на Северном Кавказе с $h=80$ –125 км; 2160 – в Памиро-Гиндукушской зоне Таджикистана с $h=70$ –280 км; 204 – в Курило-Охотском регионе с $h=80$ –160 км; 252 – на Камчатке с $h=70$ –300 км.

Глубокие землетрясения ($h=300$ –600 км) в количестве 60-ти (0.5%) находятся только на Тихоокеанском побережье России. В том числе 8 – в Приморье, включая максимальное в 2010 г. событие во всей Северной Евразии 18 февраля с $M_w=6.9$, $h=578$ км; 4 – на Сахалине; 25 – в Курило-Охотском регионе, 23 – в Камчатском регионе.

В сводной таблице 1 приведена информация по регионам Северной Евразии о станциях, участвующих в мониторинге в 2010 г., и о зарегистрированных землетрясениях, вошедших в настоящий сборник.

Буквами А, Ц, Г (столбцы 3, 4, 5) обозначены типы станций: аналоговые, цифровые и сейсмические группы (аггау). При этом к цифровым отнесены также станции типа (А+Ц) и телеметрические. В столбце 6 приведен диапазон классов/магнитуд зарегистрированных в регионе землетрясений; в столбцах 7–9 – число всех землетрясений, в том числе на глубинах $h=70$ –300 и >300 км; в столбцах 10 и 11 – число ощутимых и число землетрясений, для которых определены механизмы очагов.

В столбцах 7 и 11 знаком (+) отмечены числа землетрясений и механизмов очагов, добавленные редакцией из бюллетеня Международного сейсмологического центра (ISC) [3].

Вся информация в таблице 1 представлена в цифровом виде на CD отдельными файлами по каждой территории и региону (см. Приложение).

Таблица 1. Станции и землетрясения в Северной Евразии в 2010 г. по регионам I–XV и территориям

№	Регион, территория	Число станций			Диапазон классов/ магнитуд	Число землетрясений в ЗСЕ					ΣE, Дж
		A	Ц	Г		N _Σ	70–300	>300	N _{ощ}	N _{мех}	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Карпаты		19		6.1–11.5	120 +121 _{доп}	21		3	7	8.69·10 ¹¹
	Молдова		5								
II	Крым		7		5.1–10.2	91			1		1.59·10 ⁸
III	Кавказ:										
	Азербайджан	11	25		8.0–11.3	88			13	7	7.95·10 ¹¹
	Армения	5	28		4.5–11.4	497			6	10	1.54·10 ¹²
	Северный Кавказ	12	38	1	3.2–11.3	1145 +18 _{взр}	10		14	1	9.01·10 ¹¹
IV	Копетдаг	18	13		8.6–13.8	188 +18			8	52 +5	8.89·10 ¹³
V	Средняя Азия и Казахстан:										
	Центральная Азия	8	43		8.6–13.5	398			23	53	5.65·10 ¹³
	Таджикистан	15	7		8.6–14.8	3010	2164		50	34	1.22·10 ¹⁵
	Казахстан		38	8	6.6–12.8	669			6	43	9.62·10 ¹²
VI	Алтай и Саяны		31		5.5–12.1	692			4		4.43·10 ¹²
VII	Прибайкалье и Забайкалье		23+ 8		7.6–13.6	875			15	34	4.94·10 ¹³
VIII	Приамурье и Приморье	5	6		3.7–12.7 /2.0–6.6 _{MPVA}	568 +829 _{взр}		8	4	2	5.82·10 ¹⁵
IX	Сахалин		17		5.8–12.0 /2.7–5.4 _{MPVA}	281 +17 _{взр}		4	24	1 +7	1.01·10 ¹⁴
X	Курило-Охотский регион	1	3		6.3–12.9 /3.5–6.2 _{MPVA}	717 +189	205 +47	25 +20	68	19 +255	4.71·10 ¹⁴
XI	Камчатка и Командорские о-ва		63		8.6–14.1 _{Ks}	1228	266	30	59	29 +3 _{доп}	3.84·10 ¹⁴
	Вулканы:										
	Северная группа				3.0–7.6 _{Ks}	7013					1.14·10 ⁹
	Авачинская группа				1.6–6.6 _{Ks}	480					4.11·10 ⁷
	Мутновско-Гореловская				3.4–6.4 _{Ks}	57					1.37·10 ⁷
	Кизимен				4.0–11.8 _{Ks}	2864					1.44·10 ¹²
XII	Северо-Восток России		22	1	3.0–13.36	342 +5			9	1	4.43·10 ¹³
XIII	Якутия		20		7.5–11.9	288 +3 _{взр}			2		2.44·10 ¹²
XIV	Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь:										
	Баренц-Евро/Арктика:										
	на материке		3	1	0.1–3.5	22			1		5.45·10 ¹⁰
	архипелаг Шпицберген		2			364				7	7.62·10 ¹²
	Архангельская область		8		4.7 _{mb}	1					1.2·10 ¹⁰
	Беларусь		5		5.0–8.0	27					2.8·10 ⁸
	Урал		12	1	1.5–4.1 _{ML}	3 4 _{возм} 19 _{ГТУ}			2	1	1.58·10 ¹¹
XV	Арктический бассейн				3.4–4.7 _{mb}	18					1.51·10 ¹²
	Северная Евразия в целом					22382					8.27·10 ¹⁵

Суммарное поле эпицентров 11.2 тыс. землетрясений Северной Евразии в 2010 году показано на рис. 2 в магнитудах.

Пересчет энергетических классов в магнитуды проведен для всех регионов по следующим формулам:

$M = 0.55K_P - 2.22$ для Карпат, Кавказа, Средней Азии и Казахстана, Алтая, Прибайкалья и Забайкалья, Приамурья и Приморья, Северо-Востока России, Якутии, Беларуси [31],

$MLH = 0.55 K_{II} - 2.3$ для Крыма [32],

$MLH = 0.685K_P - 3.836$ для Копетдага [33],

$MLH = 0.5K_C - 0.6$ для Сахалина и Курил [34],

$MS = 0.926K_S - 6.44$ для Камчатки [35],

$MS = 0.69K_S - 3.64$ для Балтийского щита [36].

Рассмотрим характерные особенности поля эпицентров за 2010 год.

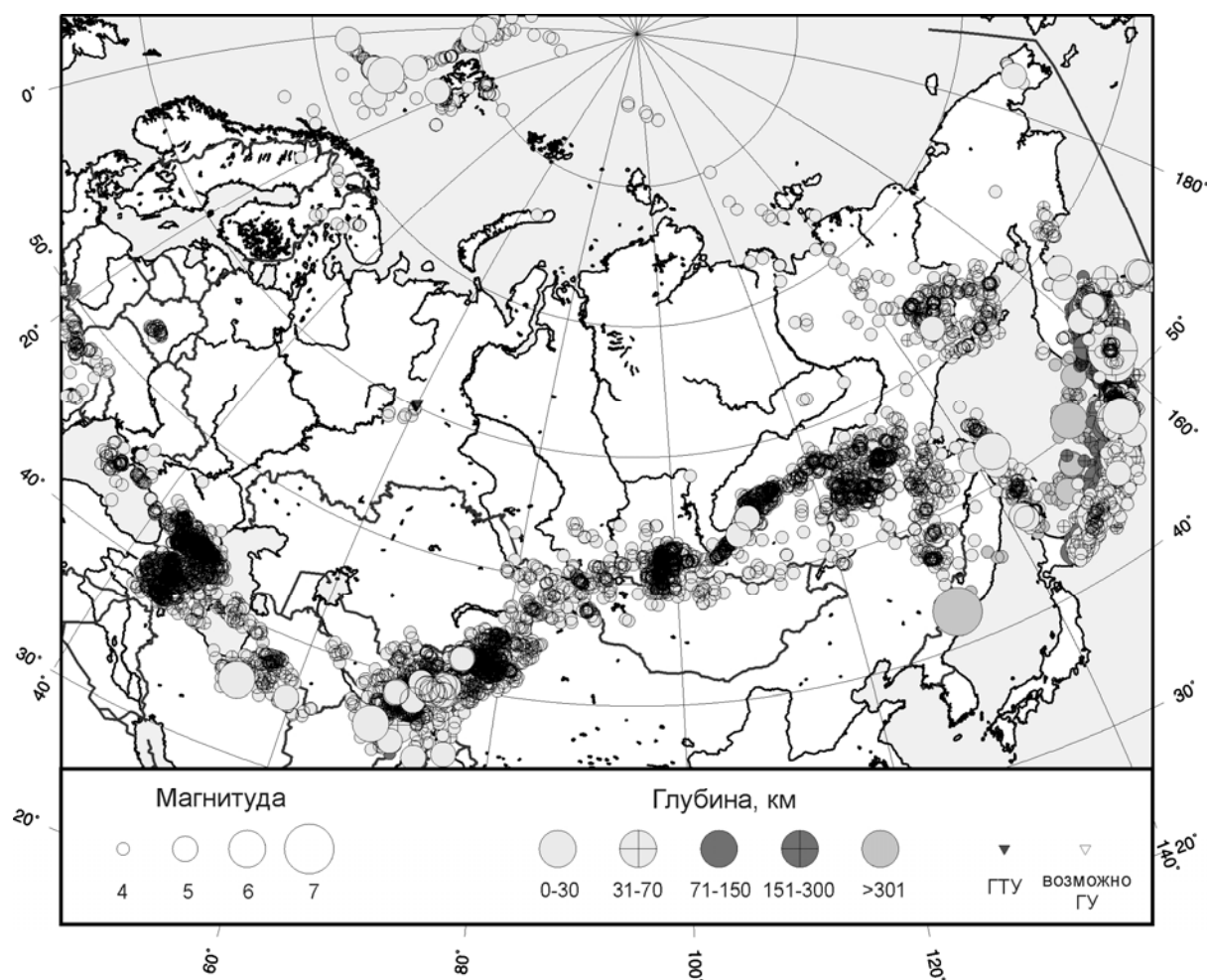


Рис. 2. Карта эпицентров всех землетрясений Северной Евразии за 2010 г.

Самая яркая особенность карты в 2010 г., как и ранее, наличие трех мощных сейсмических потоков вдоль окраин Северной Евразии [37–39]. Первый поток, общей протяженностью около 4.5 тыс. км, простирается на юго-восток от южных районов Польши через Карпаты, Крым, северное побережье Черного моря, Кавказ, срединную часть Каспийского моря и Копетдаг. В этом потоке максимальная плотность эпицентров по-прежнему видна на Кавказе. Энергетический класс максимальных на разных участках землетрясений варьирует в 2010 г. незначительно: K_{max} составляет 11.5 на Карпатах [40], 10.2 – в Крыму [41], 11.3 – на Северном Кавказе [42], 11.4 – в Армении [43], 11.3 – в Азербайджане [44] и 11.6 в Каспийском море, уже в пределах границ ответственности каталога Туркменистана [45]. Уровень энергии несколько возрос лишь вдоль южных окраин структур Копетдага (рис. 2), где зарегистрированы три более сильных землетрясения с $K_P=12.8-13.8$ [45].

Второй сейсмический поток ориентирован под прямым углом к первому. Этот поток более мощный как по плотности эпицентров вдоль всей трассы, так и по ширине и протяженности. Он зарождается в мощной глубинной (до 300 км) зоне Гиндукушских очагов и тянется до берегов Охотского моря с двумя ответвлениями в конечной части – в северные провинции Китая и вдоль о. Сахалин. Как и в предыдущие годы, заметным остается почти полное отсутствие сейсмичности в зоне резкой, почти под прямым углом, смены направленности потоков с северо-западной (Кавказской) на северо-восточную (Гиндукуш-Приморскую). Как уже отмечено в [39], отсутствие здесь слабых толчков связано, безусловно, с отсутствием сейсмических станций (см. рис. 1), но этим нельзя объяснить отсутствие хотя бы редких сильных толчков.

Третий поток простирается от о. Хоккайдо с включением Курильских островов и Камчатки и восточным ответвлением вдоль Алеутских островов. Это известная зона субдукции на северо-западной периферии Тихого океана с ярко выраженным поддвигом океанической плиты в запад–северо-западном направлении под континент и островные дуги в области самых глубоких землетрясений от прибрежной полосы Приморья с $h=324-578$ км [46] до срединной части Камчатки с h до 639 км [47].

Остальные сейсмообразования на карте эпицентров (рис. 2) характеризуются более низкой плотностью их распределения. Устойчивая во времени линейная полоса эпицентров в Арктике с юго-восточной ориентацией обозначена в 2010 г. заметно меньшим числом землетрясений, разбитым к тому же на три группы, одна из которых локализована возле Новосибирских островов, чего не было в 2009 г. [39]. Поле повышенной плотности эпицентров почти круговой формы (типа «битой тарелки») на северо-востоке России (в Магаданской области), отмеченное в 2008 г. [38], судя по картам эпицентров 2009 г. [39] и 2010 г. (рис. 2), очень устойчиво во времени, хотя не исключено здесь влияние геометрии действующей только на Колыме сети сейсмических станций и полном их отсутствии на Чукотке, где как раз в феврале и августе восточнее Колочинской губы реализовалась серия из семи землетрясений с $K_p \geq 10.6$ с максимальным ($K_p=12.6$) толчком 13 февраля [48, 49]. Учитывая такую активность, можно выразить удовлетворение отмеченным выше восстановлением в конце года работы трех сейсмических станций Чукотки: «Нешкан», «Анадырь» и «Провидения» [50].

Резкое затухание в 2009 г. сейсмичности на архипелаге Шпицберген, между островами Западный Шпицберген и Эдж, весьма активном в 2008 г. из-за сильнейшего ($M_w=6.1$) за всю 100-летнюю историю наблюдений в Арктике Стур-фьордского землетрясения 21.02.2008 г. [51], в 2010 г. сменилось ее ростом: 235 событий в пределах $\Delta\varphi=76-78^\circ\text{E}$, $\Delta\lambda=4-20^\circ\text{N}$ [52], вместо 39 – в 2009 г. [53]. Максимальное ($ML=4.5$, $K=12.1$) землетрясение возникло 30 июля, в сопровождении четырех толчков близкой энергии (13 января с $ML=4.2$, $K=11.6$; 30 июля с $ML=4.3$, $K=11.7$; 2 октября с $ML=4.4$, $K=11.9$; и 16 ноября с $ML=4.2$, $K=11.6$ [52]). На карте эпицентров 2010 г. (рис. 2) эта зона четко выделяется. По-прежнему весьма выразительны две линейные сейсмоструктуры вдоль хребтов Мона и Книповича западнее архипелага Шпицберген.

Вся центральная территория Северной Евразии на рис. 2 традиционно почти асейсмична. Отметим лишь незначительную активность в горно-добывающих районах на Кольском полуострове ($N=22$ события) [54] и в районе Старобинского месторождения калийных солей в Беларуси ($N=27$ событий) [55]. Почти столько же событий ($N=26$) зарегистрировано на Урале [56], из которых 19 являются горно-тектоническими ударами на СУБРе, 3 события, бесспорно, являются природными тектоническими землетрясениями, оставшиеся 4 события также могут иметь природное происхождение, так как для них иные причины менее вероятны.

В то же время на Европейской платформе произошли в 2010 г. крайне редкие события – ощутимые и обследованные землетрясения: Кукисвумчорское с $K=10.1$, $M_L=4.1$, $I_0=5-6$ баллов [57] – в Хибинском массиве и Качканарское с $K=12.1$, $M_w=4.4$, $I_0=5$ баллов [58] – на границе между Свердловской областью и Пермским краем.

Первое возникло 21 октября на территории микрорайона Кукисвумчорр г. Кировска Мурманской области и явилось наиболее заметным событием на Кольском п-ве в 2010 г. Локация с $\varphi=67.67^\circ\text{N}$ и $\lambda=33.72^\circ\text{E}$ оказалась расположенной в пределах рудного поля действующего с 1929 г. рудника им. С.М. Кирова АО «Апатит» (рис. 1 основной статьи [57]), что сразу же дало основание для гипотезы о техногенных причинах землетрясения, поэтому понять природу породивших его геологических структур сложно. В то же время эпицентральная область земле-

трясения попадает в Хибино-Ловозерскую сейсмогенную зону [59], т.е. здесь возможны и природные сейсмические толчки. Эпицентральная область сейсмического события 2010 г. располагалась в пределах высокого горного массива Хибины, сложенного щелочными породами карбонового возраста. Интенсивные разработки апатитов с использованием взрывных методов (на Центральном руднике апатит добывают открытым способом, карьерами) провоцируют активизацию наведенной сейсмичности.

Такую же техногенную природу имело произошедшее ранее, 17.08.1999 г., Умбозерское землетрясение [60] с $K=12.0$, $M_L=5.1$. По инструментальным данным, тот очаг располагался в недрах северо-западной части массива на глубине 4–7 км, в непосредственной близости к руднику «Умбозеро» ОАО «Севредмет», и, самое удивительное, сопровождался форшоками и афтершоками (рис. 3 основной статьи). Высвобожденная в его очаге энергия $E=1.02 \cdot 10^{12}$ Дж ($K=12.1$) и магнитуда $M_L=5.1$ оказались самыми большими для Ловозерского массива за весь период инструментальных наблюдений на Кольском полуострове с 1956 г. Землетрясение было зарегистрировано почти 50 сейсмическими станциями мира и обработано в нескольких мировых агентствах (рис. 3 основной статьи). Тогда произошел взбросо-сдвиг с выходом сместителя на поверхность массива [61]. Очаг Умбозерского землетрясения был приурочен к зоне одноименного разлома северо-западного простирания [62], вдоль которого вытянулось облако форшоков и афтершоков.

Вероятно, наведенные землетрясения Хибинского и Ловозерского горных массивов изначально имеют естественную природу, а их возникновение только провоцируется техногенными воздействиями.

Качканарское землетрясение произошло 29 марта 2010 г. в 25 км к северо-западу от г. Качканар [58]. Событие с интенсивностью в эпицентре до $I_0=5$ баллов ощущалось в нескольких ближайших населенных пунктах в радиусе 40–50 км. Через 10 дней после землетрясения в данном районе в 26 км к северу от эпицентра Качканарского землетрясения имело место еще одно слабое сейсмическое событие с $M_L=2$, которое в силу своей пространственно-временной близости к эпицентру Качканарского толчка было признано его единственным афтершоком.

На территории, охваченной сейсмическими сотрясениями, имеется несколько горнодобывающих предприятий, которые потенциально могли быть причастны к возникновению техногенной сейсмичности в районе очага. Однако анализ данных региональной сейсмической сети позволил авторам основной статьи [58] установить природный характер землетрясения. Для главного толчка были собраны макросейсмические данные и рассчитано решение фокального механизма. Изосейсты высших баллов (третьего и четвертого) эллипсообразные (рис. 5 б основной статьи). Длинные оси ориентированы в север–северо-западном направлении. Стереодиаграмма фокального механизма очага показывает поле напряжений и положение нодальных плоскостей (рис. 3 основной статьи). Ось сжатия ориентирована на юг–юго-запад и полого погружается в этом направлении. Ось растяжения также полого погружается, но в запад–северо-западном направлении. Нодальные плоскости простираются в восток–северо-восточном ($NP1$) и в север–северо-западном ($NP2$) направлениях. Первая плоскость крутая (77°), а вторая под углом около 50° погружается на восток–северо-восток.

Рассматривая пространственную ориентацию нодальных плоскостей, в качестве действующей в очаге следует выбрать второй вариант решения, который в свете имеющихся представлений о геологическом строении Урала представляется наиболее правдоподобным. Север–северо-западное ($STK=335^\circ$) простирание $NP2$ с точностью до первых градусов совпадает с простиранием Главного Уральского разлома [62]. Практически идентичны с представлениями о его глубинном строении направление и угол падения нодальной плоскости $NP2$. Определенное сходство в пространственной ориентации такой действующей плоскости наблюдается также в очертаниях макросейсмического поля. В целом, несмотря на небольшую магнитуду и скромный объем данных о проявлениях землетрясения, такая ориентация действующей плоскости в очаге имеет ясное тектоническое подтверждение. А это говорит в пользу природного происхождения Качканарского сейсмического толчка.

В табл. 2 приведены сведения о сильных ($M_w \geq 6.0$) или обследованных в 2010 г. землетрясениях.

Таблица 2. Наиболее заметные землетрясения Северной Евразии в 2010 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K_p	Магнитуды		Регион, территория, название землетрясения
			φ° , N	λ° , E			MS	M_w	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	02.01	02 15 05	38.30	71.50	35*	13.5	5.0	5.4	Таджикистан, Ванчское с $I_0^p=7$ [63], 490 афтершоков [64]
2	06.02	04 44 58.3	46.53	153.19	44*	(12.9+1.7)	5.8	6.0	Курильские острова [65]
3	18.02	01 13 17.8	42.65	130.74	573*			6.9	Приморье, 5 афтершоков [46]
4	16.03	09 44 11.0	52.19	142.41	17*	15.1 _M	5.5	5.8	Сахалин, Уангское с $I_0^p=7-8$ [66], 74 афтершока [67].
5	19.03	09 30 41.4	54.50	110.08	31*	13.6	5.1	5.3	Прибайкалье, Шаманское с $I_0=7-8$ [68]
6	29.03	21 02 18.4	58.86	59.16	21	12.1	(4.5)		Урал, Качканарское с $I_0=5$, 1 афтер- шок [58]
7	18.04	20 28 48	35.65	68.00	5	14.1 _M	5.2	5.6	Таджикистан, $I_0^p=9$ [4, 69]
8	18.06	02 23 04.5	44.22	149.05	43*	(12.1+1.7)	6.1	6.2	Курильские острова [65]
9	30.07	03 56 10.4	52.22	160.45	30*	14.1	6.5	6.3	Камчатка [47]
10	02.08	14 17 15.1	61.93	145.67	19*	13.6	5.0	5.3	Северо-Восток, Верхнекулинское с $I_0=6-7$, 39 афтершоков [70]
11	04.08	23 48 00.0	45.90	153.41	32*	(11.9+1.7)	5.5	6.0	Курильские острова [47]
12	27.08	19 23 48	35.45	54.55	13*	13.8	5.4	5.8	Копетдаг, Кух-Зарское с $I_0^p=8$ [71]
13	17.09	19 21 10	36.10	70.60	215*	14.8	(5.4+0.8)	6.2	Таджикистан [69, 72]
14	21.10	08 10 19	67.68	33.76	0.1	10.1	3.0		Кольский полуостров, Кукисвумчорское с $I_0=5-6$ [57]
15	23.12	14 00 30.9	52.82	170.78	26*	13.7	6.3	6.4	Камчатка [47]

Примечание. В графе 6 знаком * отмечены данные ISC о глубинах h по фазе pP [3]; в графе 7 введена поправка (+1.7) для классов K_c [34] в соответствии с [73] и нижним индексом (_M) отмечен расчетный из MLH класс по [31]; в графе 8 в скобках дано расчетное по [31] значение магнитуды MS и для землетрясений с $h \geq 70$ км введена поправка (+0.8) в соответствии с рекомендациями Н.В. Кондорской в [74].

Ниже для большинства из них дано описание сейсмичности и сейсмотектонической обстановки в их очаговых зонах с привлечением сведений о механизмах очагов из табл. 3.

Таблица 3. Разные варианты решений механизмов очагов наиболее заметных в 2010 г. землетрясений Северной Евразии

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	Магнитуды			Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Агент- ство
				K_p	MS	M_w	T		N		P		$NP1$			$NP2$			
							PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	$SLIP$	STK	DP	$SLIP$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	02.01	02 15 05	35*	13.5	5.0	5.4	7	102	51	3	38	197	232	58	-24	336	70	-145	GCMT
2	06.02	04 44 58.3	44*		5.8	6.0	63	313	10	203	25	108	177	22	63	26	70	101	SKHL
							58	44	19	167	25	266	97	68	117	221	34	42	GCMT
							62	36	18	166	19	263	93	66	112	228	32	50	NEIC
													85	75	93	254	16	80	NIED
3	18.02	01 13 17.8	573*			6.9	45	57	30	183	30	292	177	81	60	73	32	163	SKHL _{PHP}
							47	70	14	176	40	278	71	15	166	175	87	76	GCMT
							46	74	10	176	41	275	72	11	166	175	87	79	NEIC ₁
							46	68	13	173	40	274	69	14	167	172	87	77	NEIC ₂
							47	71	12	174	40	275	68	1	164	174	86	78	NEIC ₃
							49	63	14	171	37	272	56	16	156	169	84	79	MOS
4	16.03	09 44 11.0	17*		5.5	5.8	60	1	30	171	4	264	148	56	53	22	48	132	SKHL
							85	57	2	167	5	257	166	50	88	349	40	93	GCMT
							69	168	20	342	1	73	184	47	119	325	50	63	NEIC ₁
							77	12	10	163	5	254	155	51	76	356	40	106	NEIC ₂
							67	302	14	173	16	79	1	63	106	148	31	61	NEIC ₃
							41	16	47	214	9	114	58	69	142	164	55	26	MOS

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	h , км	Магнитуды			Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Агент- ство
				M_p	M_S	M_w	T		N		P		NP1			NP2			
							PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	19.03	09 30 41.4	31*	13.6	5.1	5.3	5	319	4	229	84	100	225	50	-95	53	40	-84	BYKL
							1	316	9	46	81	221	234	46	-78	37	45	-102	GCMT
6	29.03	21 02 18.4	21	12.1	(4.5)		38	303	46	89	17	199	75	77	42	335	50	164	PERM
7	18.04	20 28 48	5		5.6		4	39	86	239	2	129	84	88	176	174	86	2	GCMT
							4	37	74	142	14	306	83	77	-172	351	82	-14	NEIC
8	18.06	02 23 04.5	43*		6.1	6.2	54	266	10	10	34	107	8	80	80	235	14	135	SKHL
							65	268	21	122	13	27	22	68	76	235	26	120	GCMT
							73	281	15	120	5	28	26	61	84	218	30	100	NEIC
							73	250	13	111	11	18	12	58	78	215	34	109	MOS
																	2	66	68
9	30.07	03 56 10.4	30*	14.1	6.5	6.3	43	219	40	360	20	108	348	76	49	243	43	160	KM
							72	310	2	213	18	122	34	63	93	208	28	85	GCMT
							61	315	1	221	28	130	42	73	92	215	16	83	NEIC ₁
							68	306	0	215	21	125	36	67	91	214	23	89	NEIC ₂
							64	313	1	45	26	136	45	71	89	228	19	94	MOS
10	02.08	14 17 15.1	19*	13.6	5.0	5.3	32	336	46	107	27	228	10	46	175	103	87	44	GCMT
11	04.08	23 48 00.0	32*		5.5	6.0	18	7	70	213	8	99	144	71	7	52	83	161	SKHL
							1	329	85	222	5	59	54	44	-97	243	47	-83	GCMT
															29	54	-145	277	62
12	27.08	19 23 48	13*	13.8	5.4	5.8	17	68	25	166	60	307	126	35	-135	358	66	-62	KOP
							7	76	78	313	10	168	212	78	-2	302	88	-168	GCMT
							42	108	23	222	38	332	221	87	66	126	24	174	NEIC ₁
							19	89	60	219	20	351	41	89	-29	131	61	-179	NEIC ₂
							3	66	0	0	11	335	20	85	-10	11	80	-175	NEIC ₃
13	17.09	19 21 10	215*	14.8		6.2	69	287	14	58	15	152	50	61	74	261	32	107	GCMT
							68	266	19	52	11	145	40	59	68	258	37	122	NEIC ₁
							70	286	15	63	13	157	54	59	73	265	35	116	NEIC ₂
15	23.12	14 00 30.9	26*	13.7	6.3	6.4	57	315	15	69	29	167	65	76	75	293	21	136	GCMT
							62	326	12	79	25	175	75	71	77	290	22	123	NEIC

Сильнейшее по магнитуде ($M_w=6.9$) землетрясение (3) произошло 18 февраля в 01^h13^m [4, 46] в районе залива Посьета, юго-западнее г. Владивосток (рис. 3). Оно локализовано на глубине $h_p=573$ км. На рис. 2, среди эпицентров всех глубоких ($h>300$ км) землетрясений Северной Евразии, оно является максимальным и конечным в единой дуговой сейсмоструктуре глубоких очагов от Средней Камчатки до Тихоокеанского побережья Дальнего Востока. По данным ISC, его записали сейсмографы 2634 станций [3]. Землетрясение проявилось на о. Хоккайдо с интенсивностью сотрясений до $I_{max}=3-4$ балла по шкале MSK-64 [75]. С территории РФ данных по ощутимости не поступало. Серия из 5 афтершоков после землетрясения растянулась до сентября (табл. 4) и разница в магнитудах с близким по времени (21.02.) и максимальным по величине ($m_b=4.4$) афтершоком составила всего $\Delta m_a=1.8$, что не отличается от последовательностей в земной коре, хотя для таких глубоких очагов она должна быть около 3 единиц магнитуды.

Таблица 4. Афтершоки глубокого ($h_p=573$ км) землетрясения 18 февраля в 01^h13^m с $M_{w,max}=6.9$

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	m_b	M_w
			φ° , N	λ° , E			
Главный толчок	18.02	01 13 17.8	42.656	130.747	573	6.2	6.9
1	18.02	09 25 46.2	42.74	130.82	550	2.8	
2	21.02	07 29 08.1	42.49	130.88	561	4.4	
3	14.03	16 35 16.1	45.14	130.18	567	3.6	
4	11.08	20 44 35.5	43.57	133.20	500	3.6	
5	09.09	01 12 49.0	42.56	130.81	570	4.1	

Механизм его очага в табл. 3 представлен по одному варианту от агентств GCMT, MOS, NIED и три варианта от агентства NEIC. Все центры дали сходные решения, как-то выделять NIED не следует, т.к. взброс или сброс находится в пределах ошибок проведения нодальных плоскостей. Описание его механизма: *NP1* – вертикальная подвижка по близмеридиональной плоскости с подъемом западного или опусканием восточного крыла; *NP2* – почти горизонтальный сдвиг по пологой ($DP_2=1-16^\circ$) плоскости северо-восточного простирания. Что он означает на глубине около 600 км, сказать трудно (региональное решение [76] отличается, возможно, из-за малого числа знаков). Очень интересен тот факт, что такой механизм типичный для этого района (рис. 3).

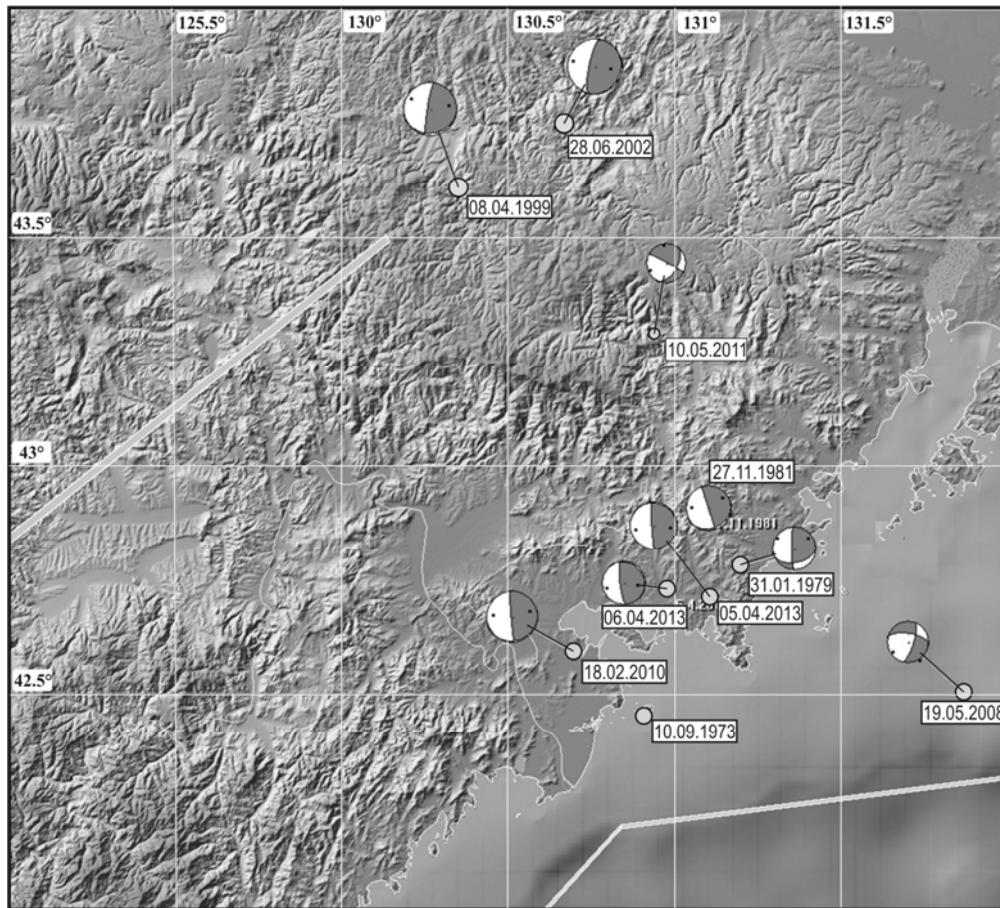


Рис. 3. Эпицентры глубоких ($h=513-577$ км) землетрясений в очаговой области землетрясения 18 февраля 2010 г. с $M_w=6.9$ за 30 лет (см. табл. 5) и стереограммы механизма их очагов по данным HRVD/GCMT

Таблица 5. Список землетрясений очаговой области землетрясения 18 февраля 2010 г. с $M_w=6.9$ с известными механизмами их очагов

№	Дата, г д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	M_{S_b}
			φ° , N	λ° , E		
1	10.09.1973	07 43 30.5	42.45	130.91	532	6.4
2	31.01.1979	12 36 24.6	42.78	131.20	545	5.9
3	27.11.1981	17 21 45.7	42.91	131.08	543	6.0
4	08.04.1999	13 10 34.0	43.61	130.35	565	6.0
5	28.06.2002	17 19 30.2	43.75	130.67	566	7.3
6	19.05.2008	10 08 36.2	42.50	131.87	513	5.6
7	18.02.2010	01 13 19.5	42.59	130.70	577	6.9
8	10.05.2011	15 26 04.5	43.29	130.94	544	5.4
9	05.04.2013	13 00 02.0	42.71	131.11	562	6.3
10	06.04.2013	00 29 55.0	42.73	130.98	563	5.8

Примерно в 150 км от эпицентра землетрясения 18.02.2010 г. находится вулкан (он показан на карте эпицентров треугольником, но плохо различим). Чуть западнее эпицентра находится, вероятно, окончание зоны субдукции Тихоокеанской плиты, которая подныривает под Охотоморскую и, возможно, немного под Амурскую (или Охотоморская, в свою очередь, подныривает под Амурскую. Кстати, граница между Охотоморской и Амурской плитами в целом меридиональная и находится чуть восточнее эпицентра (рис. 4), но на глубине в результате субдукции она может проходить западнее). Возможно, с ней связана меридиональная взбросовая подвижка (взброс Амурской плиты относительно Охотоморской).

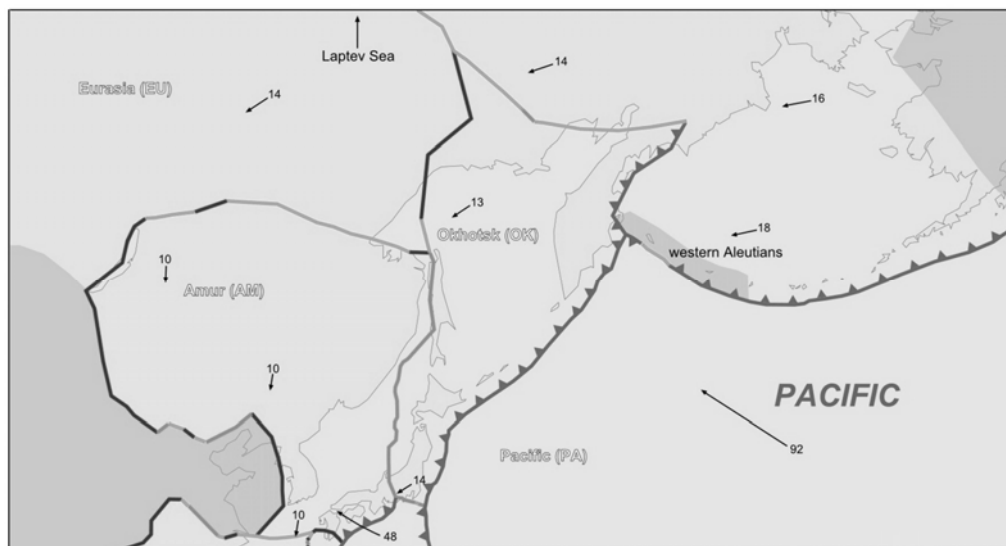


Рис. 4. Границы тектонических плит на тихоокеанском побережье Северной Евразии

Сильнейшим по интенсивности сотрясений ($I_0^P=9$ баллов) явилось землетрясение (7) из табл. 2 с $K_P(M)=14.1$, $M_{WGCMT}=5.6$ [4], произошедшее 18 апреля южнее Таджикистана ($\varphi=35.65^\circ N$, $\lambda=68.00^\circ E$), в результате которого, по данным NEIC [3], 11 чел. погибли, более 70 получили ранения, разрушены 2000 домов, десятки голов скота погибли в Самангане. Ощущалось в Афганистане, Таджикистане, Узбекистане. Согласно табл. 3, в его очаге близгоризонтальны как напряжения сжатия ($PL_P=2^\circ_{GCMT}$; 14°_{NEIC}), так и напряжения растяжения ($PL_T=4^\circ_{GCMT,NEIC}$). В результате реализовалась подвижка типа взбросо-сдвига по обеим нодальным плоскостям в решении GCMT и дополненным незначительными компонентами сброса – в решении NEIC.

Более слабая ($I_0^P=7-8$ баллов) расчетная интенсивность еще у одного вне стран СНГ землетрясения (11), Кух-Зарского с $K_P=13.8$, $M_W=5.8$ [71], произошедшего 27 августа на севере Центрального Ирана, в 52 км к югу от иранского г. Дамган. С максимальной интенсивностью, VII баллов по модифицированной шкале Меркали [77], оно проявилось в селе Кух-Зар (рис. 1 и 2 основной статьи).

Землетрясение было детально изучено иранскими специалистами с разных сторон. Были собраны подробные данные о макросейсмических проявлениях, о положении эпицентров главного и многочисленных повторных толчков и глубинах их гипоцентров, получено решение фокального механизма главного удара. Район достаточно хорошо изучен с геолого-тектонической точки зрения [78, 79]. Все эти сведения позволяют составить ясную картину тектонической позиции очага и его сейсмотектонических проявлений.

Изосейсты высших баллов (с четвертого по седьмой) в плане имеют овальную форму. Длинные оси «овалов» одинаково ориентированы в направлении с юго-запада на северо-восток. Облако эпицентров повторных толчков в плане почти изометрично и в основном располагается в северной части и к северо-западу от изосейсты 7-го балла. Все же можно заключить, что имеется некоторая тенденция вытянутости наиболее плотно заполненной толчками зоны в субширотном направлении. Гипоцентры афтершоков охватывают верхнюю часть земной коры до глубин около 10 км. Так что очаг имеет явно приповерхностное положение. По этим материалам можно выбрать действующую плоскость из двух альтернативных нодальных поверхностей.

Решения фокального механизма очага по разным данным GCMT, NEIC-2 и NEIC-3 (табл. 3) в основных чертах совпадают – в очаге в условиях горизонтального субмеридионального сжатия и субширотного растяжения произошел либо левосторонний сдвиг по плоскости северо-восточного простирания, либо правосторонний сдвиг по плоскости северо-западного простирания (табл. 2, рис. 1 основной статьи [71]). Собранные макросейсмические материалы позволяют в качестве действующей выбрать первую плоскость.

Очаг землетрясения располагается в пределах Ширинской Трауд-Клэш тектонической и рудной зоны северо-восточного–юго-западного простирания, относящейся к восточной части горного пояса Эльбурса. Здесь имеется несколько тектонических нарушений северо-восточного простирания. Наиболее подходящим представляется Ларестанский взбросо-сдвиг (левосторонний), проявлявший активность в позднем плейстоцене и голоцене, т.е. в последние 0.1 млн лет. Средняя скорость смещений около 1 мм/год . Приподнятым является северо-западное крыло [80]. Именно этот активный разлом, по-видимому, и породил Кух-Зарское землетрясение.

Расчетная интенсивность сотрясений $I_0^P=7-8$ баллов непосредственно на территории СНГ получена для землетрясений (4) и (5) – Уангского на Сахалине и Шаманского – в Прибайкалье.

Уангское землетрясение с $MLH=6.1$, $Mw_{GCMT}=5.8$ [66], произошедшее в северо-западной части о. Сахалин на глубине 10–20 км, явилось самым сильным событием Охотоморского региона в 2010 г. и имело максимальный макросейсмический эффект на его территории. Интенсивность проявлений достигала 6 баллов по шкале MSK-64 (см. основную статью [81]).

Для этого сейсмического события собран большой объем макросейсмических и сейсмологических данных, характеризующих строение очага и его сеймотектоническую позицию. Правда, эти данные, принадлежащие разным исследователям, часто противоречивы.

Из наиболее представительных сведений получены: данные о положении эпицентра главного толчка, карты эпицентров и каталог афтершоков Уангского землетрясения, произошедших в течение двух недель после главного толчка, конфигурация высшей изосейсты, несколько стереограмм решения фокального механизма главного толчка и двух сильнейших афтершоков, сведения о разломной тектонике эпицентральной области.

На основании всех этих сведений можно сделать заключение о структуре очага и его сеймотектонической позиции.

Проведенное макросейсмическое обследование района землетрясения позволило оконтурить лишь изосейсту 4-го балла, хотя максимальная интенсивность оценивалась в 6 баллов. Это обусловлено отсутствием населенных пунктов и редкостью населения в эпицентральной области сейсмического события. Изосейста 4-го балла имеет в плане овальную форму. Длинная ось характеризуется север–северо-западным простиранием и протяженностью около 120 км. С таким положением длинной оси макросейсмического поля хорошо коррелируются простирание вытянутого в север–северо-западном направлении облака эпицентров афтершоков по данным локальной сети ИМГиГ ДВО РАН и представленного на рис. 7 а основной статьи. Хорошее соответствие таким ориентировкам полей проявлений землетрясения имеет одна из плоскостей в каждом из решений фокального механизма главного толчка. На всех стереограммах (рис. 5 основной статьи) одна из плоскостей имеет север–северо-западное простирание. На стереограммах механизма очагов GCMT для двух афтершоков Уангского землетрясения 16 марта 2010 г., произошедших 09.07.2010 г. и 24.11.2013 г., также ориентировка нодальных плоскостей отвечает этому направлению (см. рис. 6 осн. статьи). При выборе нодальной плоскости в качестве действующей в очаге практически при всех решениях имеем дело либо с чистым взбросом, либо со взбросом с небольшой сдвиговой компонентой.

Сеймотектоническая позиция очага по этим данным определяется довольно ясно. Очаг был связан с зоной Центрально-Сахалинского глубинного разлома [82], состоящей из нескольких ветвей, имеющих взбросо-правосдвиговую морфо-кинематику и север-северо-западное простирание. Одной из таких ветвей является Западно-Энгизпальский разлом, упомянутый в основной статье. По-видимому, именно он и является сеймогенерирующей структурой, породившей Уангское землетрясение 16 марта 2010 г.

Эпицентр Шаманского землетрясения 19 марта с $K_r=13.6$, $Mw=5.3$ [68] был расположен в пределах Баргузинского хребта, в системе грабенов Байкальской рифтовой зоны. Землетрясение является наиболее сильным сейсмическим событием в регионе Прибайкалья и Забайкалья в 2010 г. Это землетрясение практически не сопровождалось афтершоками:

за период с 19 по 25 марта в его эпицентральной зоне произошло лишь 10 слабых ($K_p < 7.0$) толчков. К сожалению, их положение не было определено на местности. Также нет карты вышших изосейст, хотя собраны сведения о макросейсмических проявлениях главного толчка. В связи со скудностью макросейсмических и сейсмологических данных представление о положении очага, о его структуре и сеймотектонической позиции составить сложно.

В этом вопросе можно опираться только на положение эпицентра главного толчка, решение фокального механизма очага и тектоническую обстановку в эпицентральной зоне. Стереогаммы решения фокального механизма очага для Шаманского землетрясения, полученные авторами основной статьи [68] и почерпнутые из GCMT-каталога, близки. Обе нодальные плоскости погружаются под углами, близкими к 45° , ориентированы в северо-восточном направлении, ось сжатия близвертикальна, а растяжения близгоризонтальна и простирается в северо-западном направлении. Подвижка по обеим плоскостям представляет собой практически чистый сброс.

Следует отметить, что в районе Баргузинской впадины и Баргузинского хребта почти все землетрясения имеют фокальный механизм, сходный с механизмом Шаманского землетрясения. Если же попытаться найти разлом, в зоне которого возникло сейсмическое событие 2010 г., то в районе эпицентра имеется такое тектоническое нарушение. Это дизъюнктив, опояривающий с востока Баргузинский региональный разлом и имеющий северо-восточное простирание [83]. Он отображен и на рис. 1 основной статьи. По данным О.В. Луниной и др. [84] этот разлом является активным как с геологической, так и сеймотектонической точек зрения. Повидимому, именно с ним был связан очаг Шаманского землетрясения.

Семибалльных землетрясений зафиксировано два: Ванчское с $K_p=13.5$, $M_w=5.4$ на Памире 2 января [63] и Верхнекулинское с $K_p=13.6$, $M_w=5.3$ на Северо-Востоке России, 2 августа [70].

Эпицентры Ванчского землетрясения 2 января 2010 г. с $K_p=13.5$, $M_w=5.4$, $I_0^P=7$ и его афтершоков располагаются в западной части Горно-Бадахшанской автономной области Таджикистана, вблизи (16 км) селения Ванч. Очаг главного события тяготеет к зоне дугообразного Ванчского разлома, в эпицентральной зоне толчка – северо-восточного простирания. Сразу же к юго-западу от государственной границы Таджикистана и Афганистана этот дизъюнктив сменяется по простиранию довольно протяженным Бадахшанским разломом север–северо-восточной ориентировки. Ванчский разлом трассируется в пределах одноименного хребта северо-западного Памира юго-западнее долины р. Ванч [62], примерно в 3–10 км юго-западнее ее (см. рис. 1 основной статьи). Оба разлома проявляли активность на протяжении длительного геологического времени – в карбоне, перми, триасе, юре и меловом периоде.

В древнем тектоническом плане зона разломов выделяется в качестве шовной зоны Ванч-Ташкуртан, отмеченной поясом протрузий серпентинизированных ультрабазитов и линзовидных тел амфиболизированных габбро и диоритов [85]. К юго-востоку от этих тектонических линий располагаются древние архей-протерозойские кристаллические породы, а к северо-западу – палеозойские, в основном каменноугольные осадочные и гранито-гнейсовые толщи. По морфологии он представляет собой взброс с приподнятым юго-восточным и опущенным – северо-западным крыльями. По ряду признаков Ванчский разлом может считаться активным и в четвертичное время [80].

Эпицентры сильнейших афтершоков Ванчского землетрясения (рис. 4б основной статьи [63]) располагаются юго-западнее эпицентра основного толчка, концентрируясь в зоне одноименного активного разлома. Размер овального в плане их облака по длинной оси северо-восточного простирания составляет около 27 км, а по короткой (северо-восточного простирания) – 13 км. На основании такой конфигурации облака повторных толчков выбор действующей плоскости в очаге согласно решения фокального механизма позволяет остановиться на менее крутой ($PL_2=58^\circ$) плоскости $NP1$ юго-западной ориентации, по которой реконструируется левосторонний сдвиг с компонентой сброса северо-западного крыла (рис. 6 б основной статьи). Ранее в этой же сейсмогенерирующей зоне произошли три землетрясения в 2008 г. (07.04.2008 г. в 22^h00^m и в 22^h02^m с $K_p=11.8$ и 11.6 ; 19.07.2008 г. – с $K_p=11.9$) [69], и одно 13-го класса – в 2009 г. (03.03.2009 г., $K_p=13.0$, $\varphi=38.20^\circ N$, $\lambda=71.40^\circ E$) [86]. Следует отметить, что решения фокального механизма у всех них [87, 88] сходные с таковыми для толчка 2010 г. [89].

Геодинамическая интерпретация проявлений сейсмичности последних лет позволяет заключить, что в очаговой зоне Ванчского землетрясения существует обстановка растяжения и левостороннего сдвига на северо-западном крыле дугообразной в плане системы разломов Памира.

Небольшое количество населенных пунктов, для которых собраны макросейсмические данные, не дает возможности построить систему изосейст высших баллов, что не позволяет использовать конфигурацию макросейсмического поля для реконструкции положения сейсмического очага.

Верхнекулинское землетрясение с $K_p=13.6$, $M_w=5.3$ в верховьях р. Кулу, на границе с Республикой Саха (Якутия), произошедшее 2 августа [70], является сильнейшим событием на Северо-Востоке в 2010 г. Собранные для этого сейсмического события данные о макросейсмических проявлениях, пространственном положении облака афтершоков, фокальном механизме очага и тектонической ситуации в эпицентральной области позволяют сформировать ясное представление о сеймотектоническом положении землетрясения и строении очаговой области.

Согласно проведенному макросейсмическому опросу населения, ощутимые сотрясения отмечены в населенных пунктах, находящихся восточнее инструментального эпицентра на расстояниях более 120 км. Низкая плотность населения, которое проживает в основном в Сусуманском районе и окрестностях г. Магадан, не позволяет собрать более подробную информацию. Тем не менее даже на таком удалении от эпицентральной области удалось зарегистрировать сотрясения от 1 до 5 баллов по шкале MSK-64 (см. рис. 7 основной статьи [70]).

В тектоническом отношении Верхнекулинское землетрясение и его афтершоки располагаются в пределах Верхнеиндигирского синклинория и приурочены к зоне причленения Майско-Ульбейского глубинного разлома северо-восточной ориентировки к Верхнекулинскому региональному разлому север-северо-западного простирания (рис. 4 основной статьи). Облако афтершоков имеет изометричную в плане форму. Эпицентр главного толчка практически располагается в южной части облака афтершоков (рис. 4 основной статьи). Гипоцентры всех афтершоков лежат в слое от 0 до 33 км (табл. 3, рис. 5 и 6 основной статьи), т.е. практически охватывают всю мощность коры.

Землетрясение возникло под действием близких по величине растягивающих напряжений, ориентированных на северо-запад ($AZM_1=336^\circ$), и сжимающих, ориентированных на юго-запад ($AZM_2=228^\circ$). Одна из нодальных плоскостей $NP2$ близвертикальна с $DP=87^\circ$, другая ($NP1$) соответствует представлению о взбросо-надвиге ($DP=46^\circ$). Простирание плоскости $NP1$ – близмеридиональное ($STK_1=10^\circ$), $NP2$ – юго-восточное ($STK_2=103^\circ$). Преимущественный тип движения по плоскости $NP2$ – взброс с компонентами левостороннего сдвига, по плоскости $NP1$ – правосторонний сдвиг, осложненный компонентами взбросо-надвига. Из двух нодальных плоскостей в качестве действующей в очаге следует выбрать, по-видимому, близмеридионально ориентированную плоскость $NP1$, поскольку она по простиранию в основном соответствует положению на местности Верхнекулинского регионального разлома север-северо-западного простирания.

С интенсивностью 5 баллов, помимо описанного выше Качканарского землетрясения [58], отмечено еще одно землетрясение, Углянское-III [90]. Оно произошло в пределах Тячевского района Закарпатской области 14 декабря 2010 г. на глубине $h=11$ км с энергетическим классом $K_p=9.7$ и магнитудой $MSHA=3.3$. В связи с малой магнитудой сведений о решении фокального механизма для очага получено не было. Из сейсмологических материалов имеются только положение эпицентра и глубина гипоцентра главного толчка. Афтершоков зарегистрировано не было. Для сейсмического события были собраны макросейсмические данные. По этим данным была построена карта изосейст (см. рис. 2 основной статьи). Высшая изосейста 5-го балла в плане овальная. Длинная ось имеет протяженность около 14 км и вытянута в близмеридиональном направлении, короткая ось – 8 км, и она близширотна. Изосейста 4-го балла в плане почти изометрична.

В сеймотектоническом плане эпицентр Углянского-III землетрясения приурочен к северной части Солотвинской впадины к зоне сочленения Складчатых Карпат с Закарпатским прогибом (зона Пенинского глубинного разлома) [91]. Район этот отличается высокой неотектонической подвижностью, основные разломы на границе Карпат и Закарпатья имеют здесь запад-северо-западное простирание. В основном это взбросо-надвиги, плоскости сместителей которых погружаются в юг-юго-западном направлении. Согласно конфигурации изосейсты 5-го балла, очаг Углянского-III землетрясения был связан не с крупным разломом «карпатского» простирания, а с разломом близмеридиональной ориентировки. Локальный безымянный разлом такого простирания и левосдвиговой кинематики, активный в четвертичное время, изображен на Карте разломов территории СССР... [62]. Он смещает ряд крупнейших разломов

Карпат (Буковинский, Черногорский). По-видимому, именно с этим тектоническим нарушением связаны эпицентры всех Углянских землетрясений, произошедших здесь в разные годы.

Кроме описанных выше ощутимых землетрясений, в настоящем Сборнике имеется информация о многих не обследованных ощутимых землетрясениях, проявившихся в небольшом числе населенных пунктов. Всего в 2010 г. во всей Северной Евразии отмечено 283 ощутимых землетрясения [92], о которых поступило 1178 сообщений из 563 населенных пунктов [93]. Некоторые населенные пункты в течение года испытывали несколько сотрясений.

Сейсмичность в регионах и территориях Северной Евразии. Ниже кратко описаны сейсмические процессы в 2010 г. в регионах и территориях в аспекте сопоставления с предшествующим временем.

В регионе Карпаты (I) каталог землетрясений за 2010 г. [40] создан совместно сейсмологами Украины и Молдовы [7]. Общее число зарегистрированных в регионе землетрясений за 2010 г., равное $N_{\Sigma}=120$, с суммарной энергией $\Sigma E=8.69 \cdot 10^{11}$ Дж, несколько превысило уровень сейсмичности в 2009 г. по числу землетрясений (120 вместо 109), но по суммарной энергии снизилось более чем на порядок ($8.69 \cdot 10^{11}$ Дж вместо $2.08 \cdot 10^{13}$ Дж), т.е. отмеченный в 2008 г. [94] и в 2009 г. [95] рост сейсмической активности в 2010 г. не сохранился [7]. Снижение энергии вызвано отсутствием сильных землетрясений в зоне Вранча. Максимальный класс $K_p=11.5$ имело землетрясение 30 сентября с $h=146$ км, которое описано в отдельной статье наст. сб. [96]. Оно ощущалось в Румынии с интенсивностью до 4 баллов, в Кишинёве – около 2 баллов [97]. Более интенсивные сотрясения до 5 баллов вызвало, однако, описанное выше Углянское-III землетрясение 14 декабря в Закарпатской области с энергией почти на два порядка меньшей ($K_p=9.7$), по сравнению с событием 30 сентября. Углянское-III землетрясение локализовано севернее с. Угля и обследовано в 50 населенных пунктах [90].

В Крыму (II) в региональный каталог за 2010 г. [41] включены основные параметры 91 землетрясения. Это меньше, чем в 2009 г. (161 [98]), но больше, чем в 2008 г. (61) [99]. Классификация землетрясений выполнена по энергетическим классам K_{II} [100] для всех землетрясений, для девяти – по магнитудам M_c по коду [101] и моментным магнитудам M_w [102] – для 19 землетрясений. Максимальное ($K_{II}=10.2$, $M_c=2.8$, $M_w=3.6$) землетрясение произошло 24 июля в в 48 км к юго-западу от Севастополя и оно же является единственным ощутимым в 2010 г. землетрясением с $I=2$ балла [103]. Оно предвлялось за 4 минуты форшоком с $K_{II}=8.7$, а в течение суток сопровождалось тремя афтершоками с $K_{II}=6.9$, 9.1, 8.0, причем вся последовательность реализовалась на больших для Крыма глубинах: для главного толчка $h=28$ км, для форшока – 39 км, для афтершоков – 36, 31 и 33 км [41]. Для 19 событий получены спектральные и динамические параметры очагов [102].

В регионе Кавказ (III), на трех его территориях – Азербайджан, Армения и Северный Кавказ – происходили разнонаправленные процессы.

В Азербайджане число землетрясений вновь возросло почти в 2 раза (с 504 в 2008 г. [104], до 959 в 2009 г. [105] и 2026 – в 2010 г. [8]), что явилось результатом нового повышения чувствительности сейсмической сети (открыты еще семь новых цифровых станций [106]). Поскольку рост числа зарегистрированных землетрясений произошел за счет слабых событий невысокой энергии, то суммарная энергия при этом даже чуть уменьшилась по сравнению с таковой в 2009 г. (с $\Sigma E=1.01 \cdot 10^{12}$ Дж [105] до $\Sigma E=0.96 \cdot 10^{12}$ Дж [8]), т.е. энергетически сейсмический процесс на территории Азербайджана был на еще более низком уровне, чем в 2008 г., равном $3.39 \cdot 10^{12}$ Дж [104]). Старший класс землетрясения, локализованного в акватории Каспийского моря, равен $K_p=11.3$ для землетрясения 1 января с $h=50$ км. Всего в Азербайджане зафиксировано 7 ощутимых землетрясений [107], число сотрясенных пунктов составило 13 [108]. Механизмы очагов землетрясений были определены по данным сети сейсмических станций Азербайджана для семи событий [109].

В Армении число событий несколько возросло (с 385 в 2009 г. [110] до 497 в 2010 г. [43]). Максимальный класс $K_p=11.4$ имеет землетрясение 6 декабря (в Иране). В пределах Армении можно отметить два землетрясения в центральной части с эпицентрами вблизи г. Раздан с $K_p=9.8$ и в окрестностях г. Ереван с $K_p=9.4$, произошедшие 17 января и 19 марта соответственно. Первое ощущалось в Раздане с I около 4 баллов, в Ереване и Гаваре (Камо) на расстоянии 35 км с $I=3$ балла; второе – с $I=4-5$ баллов в г. Ереван и 2–3 балла – в Раздане и в Гаваре (Камо). Пограничное землетрясение в Грузии с $K_p=10.2$ ощущалось в Бавре (19 км)

с интенсивностью $I=4-5$ баллов, в Зуйгахпоре (25 км) – 4 балла, в Гюмри (45 км) – 3 балла [111]. Найдены решения механизма очага для 10 землетрясений [112], но все они локализованы вне территории Республики Армения. В целом на территории Республики Армения наблюдался фоновый уровень сейсмичности без заметных землетрясений.

На Северном Кавказе сейсмический мониторинг Северного Кавказа проводился в 2010 г., как и ранее [113–115], на территории нескольких административных его единиц – Краснодарского и Ставропольского краев, Кабардино-Балкарской Республики, Республики Ингушетия, Чеченской Республики, Республики Северная Осетия–Алания, Республики Дагестан, а также акваторий Азовского, Чёрного и Каспийского морей, но впервые добавилась территория Ростовской области, где 19 января локализовано одно землетрясение с $K_p=9.2$ [42]. В результате на территории Северного Кавказа (включая Дагестан), внутри государственных границ России и приграничной полосы с Грузией и Азербайджаном шириной 30 км были локализованы 1163 сейсмических события с $K_p=3.2-11.3$ [42]. Из них 1145 – землетрясения, а 18 событий – категории «взрыв» или «возможно взрыв» (все в Карачаево-Черкессии).

Выделившаяся за год сейсмическая энергия, равная $\Sigma E=9.01 \cdot 10^{11}$ Дж, на три порядка ниже энергии, выделившейся в 2009 г. ($\Sigma E=1.64 \cdot 10^{14}$ Дж [115]) и в 2008 г. ($\Sigma E=3.51 \cdot 10^{14}$ Дж [114]). Афтершоковый процесс Курчалойского землетрясения 11.10.2008 г. с $MS=5.6$ [116] сменился фоновой сейсмичностью. Максимальный класс, равный $K_{max}=11.3$, имеет землетрясение 6 июня, произошедшее в 15 км к северо-западу от Грозного, в котором оно ощущалось с интенсивностью $I=4-5$ баллов [117]. Это событие возглавляет группу из семи толчков с $K_p=7.5-10.8$ [42]. Оно возникло под преобладающим воздействием напряжений сжатия, ориентированных на юг ($AZM=185^\circ$). Тип движения – взброс с правосторонним сдвигом по плоскости $NP1$ и левосторонним – по $NP2$ [118]. Простирание $NP1$ юго-восток–запад ($STK_1=122^\circ$) близко к простиранию диагональной Бенойско-Эльдаровской шовной зоны по [119].

В целом по уровню выделившейся сейсмической энергии сейсмичность территории Северного Кавказа в 2010 г. охарактеризована в соответствии со шкалой уровня сейсмичности «СОУС'09» [120, 121] как «фоновая пониженная» за 49-летний период наблюдений – с 1962 по 2010 г. В итоге весь Кавказ в 2010 г. энергетически весьма слаб: максимальные землетрясения во всех его территориях не выше $K_p=11.4$.

В регионе Копетдаг (IV) продолжилось наблюдаемое в 2009 г. повышение уровня высвобожденной сейсмической энергии: с $\Sigma E=7.67 \cdot 10^{12}$ Дж [122] до $\Sigma E=5.65 \cdot 10^{13}$ Дж [123], что связано, безусловно, с реализацией на южных границах региона описанного выше Кух-Зарского землетрясения 27 августа с $K_p=13.8$, $M_w=5.8$ [71], его афтершока 28 августа с $K_p=12.8$ и ощутимого землетрясения 30 июля с $K_p=13.1$, $M_w=5.5$, вблизи иранского города Торбеде-Хейдерие. Землетрясение 30 июля практически не имело афтершоков [123], а из 54 афтершоков Кух-Зарского землетрясения, произошедших в 2010 г. [124], сейсмическая сеть Туркменистана зарегистрировала только 5 [123]. Поэтому роста сейсмической активности и числа зарегистрированных в Копетдаге в 2010 г. землетрясений не произошло. Из 188 землетрясений с $K_p \geq 8.6$ по данным Государственной сейсмологической службы Туркменистана [45] и 16 землетрясений из дополнительного каталога по данным международных сейсмологических центров [125], механизмы очагов определены для 57 событий [126, 127]. Помимо Кух-Зарского землетрясения, макросейсмические данные собраны еще для семи землетрясений [128]. Обращает на себя внимание присутствие значительной взбросовой составляющей в очагах землетрясения 28 августа с $K_p=11.9$ и его форшока 27 августа с $K_p=11.1$, произошедших на северо-западе Кумдагской очаговой зоны со сдвиговым типом механизмов, а также нетипичное для Эльбурского района преобладание сбросовых подвижек в 2010 г. [123]. Отмечено также синхронное возрастание в июле-августе 2010 г. выделившейся сейсмической энергии сразу в трех сейсмоактивных районах Копетдага (Балхано-Каспийском, Туркмено-Хорасанском и Эльбурском), где с 30 июля по 28 августа произошли все максимальные землетрясения.

В регионе Средняя Азия и Казахстан (V) традиционно рассматриваются три территории – Центральная Азия, Таджикистан и Казахстан, которые значительно перекрываются.

В Центральной Азии в 2010 г. продолжился процесс затухания сейсмической активности после 8-балльного разрушительного землетрясения Нура 05.10.2008 г. [129] как по числу землетрясений (с 911 в 2008 г. до 586 в 2009 г. и до 398 – в 2010 г.) так и, в еще большей степени, по

суммарной энергии (с $1.05 \cdot 10^{16}$ Дж – в 2008 г. до $2.55 \cdot 10^{14}$ Дж – в 2009 г. и до $0.56 \cdot 10^{14}$ Дж – в 2010 г.) [22, 130, 131]. В очаговой зоне этого землетрясения возникло максимальное в 2010 г. событие на территории всей Центральной Азии с $K_p=13.5$, произошедшее 7 сентября. Интенсивность вызванных им сотрясений составила 6–7 баллов в Нуре (8 км) и Иркештаме (10 км), а в Душанбе (410 км) было 2–3 балла. Это третий сильный афтершок Нуринаского з-я в очень большой серии из 2611 событий за 2008–2010 гг. [132], но первые два возникли сразу после главного толчка: с $K_p=14.4$ через три и с $K_p=14.2$ – через 16 минут. Движение в очаге последнего афтершока подобно таковому в главном толчке.

Отметим также 6-балльное землетрясение у западных берегов Иссык-Куля с $K_p=12.6$, зарегистрированное 2 марта. Оно ощущалось с интенсивностью $I=6$ баллов в Бординском (15 км) и в Кок-Мойноке (16 км); 5–6 баллов – в Орто-Токое (32 км) и 5 баллов – в Балыкчи (46 км) и сопровождалось 48-ю афтершоками.

Региональное решение механизма очага в Центральной Азии получено для 53 землетрясений [133].

В Таджикистане в каталоге за 2010 г. представлено $N_{\Sigma}=3010$ землетрясений с $K_p=8.6$ –14.8 [134], из них 846 коровых (с $h < 70$ км) и 2164 глубоких (с $h \geq 70$ км) [135], что значительно ниже аналогичных значений (929 и 3329) в 2009 г. [136] и в 2008 г. – (1726 и 4028) [137], т.е. снижение числа как коровых, так и глубоких землетрясений идет третий год подряд. Уменьшается также и суммарная их энергия, равная $2.244 \cdot 10^{15}$ Дж, $1.928 \cdot 10^{15}$ Дж, $1.223 \cdot 10^{15}$ Дж соответственно. Максимальным с $K_p=14.8$, $M_w=6.2$ явилось в 2010 г. глубокое ($h_{pp}=215$ км) землетрясение Памиро-Гиндукушской зоны, записанное 17 сентября на 2571 сейсмических станциях Земли [3]. Оно ощущалось в Таджикистане, Узбекистане, Кыргызстане, Афганистане, Пакистане и Индии [72]. Спорной для этого землетрясения оказалась глубина очага: в оригинале каталога Таджикистана $h=40$ км, но по данным ISC, NEIC, GCMT, ВЛ и др. – $h > 200$ км [3], что подтверждается наличием глубинных фаз на удаленных расстояниях с одной стороны и отсутствием ярко выраженных поверхностных волн на тех же расстояниях – с другой [135]. Для 34 землетрясений собраны из разных источников решения механизмов очагов [10].

Интересным в 2010 г. было описанное выше Ванчское землетрясение 2 января [63] с очагом в земной коре в западной части Горно-Бадахшанской автономной области Таджикистана с большой ($N=491$) серией афтершоков [64]. Следует отметить также активизацию сейсмической обстановки вблизи строящейся высокогорной Рогунской ГЭС, где 3 августа и 15 ноября возникли землетрясения с $K_p=13.0$ и 12.8 [134], соответственно, с интенсивностью сотрясений в Рогуне до 5 баллов [72].

В Казахстане в 2010 г. самым интересным явилось событие, зарегистрированное 12 сентября с $K_p=12.0$ в пределах Южно-Прибалхашской впадины [138], вблизи очага Баканасского землетрясения 25.09.1979 г. [139, 140] с $K_p=14.0$, $MLH=5.8$, которое без преувеличения было в 1979 г. сенсацией. Уникальность Баканасского землетрясения состояла не только в том, что оно произошло в асейсмичной зоне, где тщательное изучение сейсмической истории показало отсутствие сильных землетрясений на этой территории с 1850 г. Весьма интересно подобие фокальных механизмов Баканасского землетрясения 25.09.1979 г. с $K_p=14$ и землетрясения 12 сентября 2010 г. с $K_p=12$, что свидетельствует об устойчивых идентичных условиях напряженно-деформированного состояния их эпицентральных зон.

Однако, рассматривая сейсмический процесс в регионе Средняя Азия и Казахстан в целом, можно отметить, что в 2010 г. основные эпицентральные зоны и их конфигурация сохранились и совпадают с их распределением за предыдущие годы.

В регионе Алтай и Саяны (VI) в 2010 г. продолжился спад числа землетрясений после 2008 г.: $N_{\Sigma}=1839$ – в 2008 г. [141], $N_{\Sigma}=945$ – в 2009 г. [142], $N_{\Sigma}=692$ – в 2010 г. [12], а также суммарной энергии: $\Sigma E=1.08 \cdot 10^{15}$ Дж – в 2008 г., $4.32 \cdot 10^{13}$ Дж – в 2009 г. и $4.43 \cdot 10^{12}$ Дж – в 2010 г. Наибольшая плотность эпицентров наблюдалась на востоке, в пределах очаговой зоны Бусингольского землетрясения 27.12.1991 г. с $M=6.5$ [143]. Максимальное землетрясение с $K_p=12.1$ зарегистрировано 6 марта в горном обрамлении котловины Больших озер в Монголии без последующих афтершоков. В Чуйско-Курайской области заметно снизилась интенсивность сейсмического процесса, что свидетельствует о затухании афтершокового процесса Чуйского землетрясения 27.09.2003 г. с $MS=7.3$ [29]. Поэтому 2010 г. можно считать годом пониженного уровня сейсмической активности региона.

В регионе Прибайкалье и Забайкалье (VII) в 2010 г. зарегистрировано 7388 землетрясений с $K_p \geq 5.6$, из них 6903 или 93% локализованы в Байкальской рифтовой зоне [144]. Наиболее сильным сейсмическим событием в 2010 г. в регионе стало описанное выше Шаманское землетрясение 19 марта, локализованное на юге Баргузинского хребта (Северное Прибайкалье). Механизмы очагов в 2010 г. были определены для 34 событий [145], большая часть очагов которых сформировалась в рифтовом поле напряжений, где доминируют процессы субгоризонтального растяжения. Для двух событий (19 марта с $K_p=13.6$ и 21 мая с $K_p=12.1$) были рассчитаны тензоры сейсмических моментов по амплитудным спектрам поверхностных волн по методике, описанной в [146]. Их моментные магнитуды равны $M_w=5.3$ и $M_w=4.3$ соответственно.

Важным достижением в 2010 г. является разработанная в Байкальском филиале ГС СО РАН [147] программа кластеризации сейсмических толчков (метод ближайшего соседа). Известно, что временной ход сейсмичности в БРЗ часто осложняется группирующимися землетрясениями [148, 149], изучение которых имеет важное значение для сейсмического районирования сейсмоактивной территории. В конечном счете из полного каталога землетрясений 2010 г. с $K_p > 5.6$ [150] в БРЗ было выделено 26 локальных кластеров.

В целом 2010 год в Прибайкалье и Забайкалье был слабоактивным. Наиболее сильное Шаманское землетрясение года 19 марта с $M_w=5.3$ [68], произошедшее на юге Баргузинского хребта, не повлекло за собой усиления слабой сейсмичности. Вместе с тем на севере этого горного массива и в среднем Байкале, в районе Максимихинской последовательности толчков 2008 г. [151], отмечены многочисленные группирующиеся землетрясения. Относительно спокойны в сейсмическом отношении в 2010 г. были фланги БРЗ, где максимальный энергетический класс землетрясений не превысил $K_p=11.0$ [152].

В Приамурье и Приморье (VIII) в 2010 г. локализованы 1397 сейсмических событий, из них 560 коровых ($h=4-27$ км) землетрясений, 8 – глубокофокусных с $h=324-578$ км, а 829 событий отнесены к категории «возможно взрыв» [46], т.е. впервые в истории инструментальных наблюдений в регионе число взрывов превзошло число тектонических землетрясений. Самым сильным ($M_w=6.9$) в регионе и во всей Северной Евразии стало описанное выше глубокофокусное ($h=578 \pm 6$ км) землетрясение 18 февраля юго-западнее г. Владивосток, в районе залива Посыета. Повторный толчок с $MPVA=4.9$ в том же месте и на той же глубине был зарегистрирован 21 февраля. Примечательно, что эти два землетрясения имеют абсолютно одинаковый механизм очага [76]. Среди коровых землетрясений наиболее значительным событием 2010 г. стало ощутимое землетрясение 23 сентября севернее оз. Удиль с глубиной очага $K_p=12.7$, $MLH=4.4$ [19], для которого создана таблица пунктов-баллов по 12 населенным пунктам [75]. В целом сейсмический процесс в 2010 г. протекал достаточно спокойно, с небольшим всплеском коровой сейсмической активности в сентябре и ее снижением в апреле и мае.

В регионе Сахалин (IX) в 2010 г. зарегистрировано 281 землетрясение (277 мелкофокусных ($h \leq 14$ км), 4 глубокофокусных ($h=305-339$ км) [67]), т.е. спад сейсмичности после серии сильных Невельских землетрясений 02.08.2007 г. с $MLH=6.3$ и 6.0 [153] прекратился. Наиболее сильным было описанное выше Уангское землетрясение 16 марта с $MLH=6.1$, $I_0=7-8$ баллов [66]. Для 24 землетрясений имеются макросейсмические сведения. Максимальный ($I=6$ баллов) макросейсмический эффект наблюдался в поселке Погиби ($\Delta=52$ км) при землетрясении 16 марта, для остальных событий максимальная интенсивность сотрясений не превышала 4–5 баллов [154]. Суммарное число сотрясенных на Сахалине населенных пунктов составило $n=55$ [155].

В Курило-Охотском регионе (X) в 2010 г. в региональный каталог землетрясений [65] включены параметры 717 землетрясений с $M=2.5-6.2$, что на 164 события больше, чем в 2009 г. [156]. Гипоцентры 487 землетрясения локализованы в верхнем слое с $h \leq 70$ км, 205 – в промежуточном слое с $h=71-300$ км, а в нижнем интервале глубин $h > 300$ км зарегистрировано 25 землетрясений [13]. Макросейсмический эффект в населенных пунктах Курильских островов и Японии проявили 26 землетрясений, при этом максимальная интенсивность сотрясений на территории региона не превышала $I=5$ баллов [157]. Механизмы очагов в 2010 г. определены методом полярности первых смещений для 19 землетрясений Курило-Охотского региона [158].

Заметим, однако, что Курило-Охотский регион больше всех других страдает от малого числа станций [23], поэтому есть пропущенные землетрясения и механизмы очагов, восполнен-

ные редколлегией из мировых источников, а именно: дополнение к региональному каталогу из 717 землетрясений [65] содержит еще 189 событий [159], т.е. увеличение на 25 %. Еще большее дополнение сделано редколлегией к механизмам очагов Курило-Охотского региона, а именно, к 19 механизмам авторов региона [160] составлен дополнительный каталог механизмов [161], включающий в себя 300 определений для 255 землетрясений, которые тем не менее нигде в наст. сб. не используются.

В регионе Камчатка и Командорские острова (XI) В 2010 г. в работе Камчатской региональной сети произошли организационные преобразования, отразившиеся в некоторых изменениях процесса обработки землетрясений и создания регионального каталога, а именно: изменилась группа аналитиков, создающих окончательный каталог, и программа обработки землетрясений. Детально вопрос перехода на новую методику обработки в 2010 г. рассматривается в отдельной методической статье наст. сб. [162]. Всего в 2010 г. определены эпицентры 5168 землетрясений в энергетическом диапазоне $K_S=3.3-14.1$, чья суммарная сейсмическая энергия равна $3.84 \cdot 10^{14}$ Дж [14], но для публикации в Сборник присланы 1228 событий с $K_S=8.6-14.1$ [47].

Самым сильным ($K_S=14.1$, $M_w=6.5$) в 2010 г. явилось землетрясение 30 июля с очагом в земной коре ($h=38$ км), локализованное напротив Авачинского залива, на западном склоне Курило-Камчатского глубоководного желоба, в 150 км от г. Петропавловск-Камчатский, где вызвало колебания с $I_{\max}=4-5$ баллов. Его афтершоковая последовательность на уровне $K_S \geq 8.6$ состояла из 49 землетрясений, индексированных в каталоге [47]. Максимальный из них имеет $K_S=12.6$, т.е. энергетическая ступень от главного толчка равна $\Delta Ka=1.5$. Их эпицентральная зона имеет форму эллипса и простирается с северо-запада на юго-восток. Главный толчок расположен в юго-восточной части эллипса.

На территории Камчатского края, Северных Курил и Командорских островов в 2010 г. ощущалось 59 землетрясений с интенсивностью I от 2 и до 5 баллов [163]. По этим событиям были собраны 302 сообщения о землетрясениях из 61 пункта. Ощущались землетрясения в 40 пунктах [164]. Механизмы очагов [165] определены по знакам первых вступлений объемных волн для 29 землетрясений с $K_S \geq 11.6$.

В целом сейсмический режим обычен для рассматриваемой территории, а механизмы очагов в основном отражают тектонику региона, определяемую движением Тихоокеанской плиты под Охотоморскую.

В регионе Северо-Восток России (XII) с 2005 г. наблюдается рост числа землетрясений (2005, 2006, 2007, 2008, 2009 гг. – $N_{\Sigma}=91, 101, 132, 215, 297$ [39]), продолжившийся и в 2010 г. – $N_{\Sigma}=342$ [18]. В суммарной энергии такого постоянного тренда не было (2005, 2006, 2007, 2008 гг. – $\Sigma E=1.79 \cdot 10^{12}$ Дж, $11.7 \cdot 10^{12}$ Дж, $1.25 \cdot 10^{12}$ Дж, $17.5 \cdot 10^{12}$ Дж), хотя в 2009 г. суммарная энергия, равная $49.9 \cdot 10^{12}$ Дж, больше, чем в любом из перечисленных годов, а в 2010 г. чуть меньше – $44.3 \cdot 10^{12}$ Дж. Традиционно подавляющая часть землетрясений 2010 г. возникла в районе Колымы – 282 из 342 [18]. Сильнейшим на Северо-Востоке в 2010 г. было описанное выше Верхнекулинское землетрясение 2 августа с $K_p=13.6$ на границе с Республикой Саха (Якутия), которое ощущалось на значительной территории [70]. Максимальный макросейсмический эффект в пяти поселках достигал 5 баллов [166].

В регионе Якутия (XIII) в 2010 г., так же как и в предыдущие годы, одной из активных была Олёкма-Становая тектоническая зона, где продолжала действовать Олдонгсо-Чаруодинская роевая последовательность – одна из наиболее крупных за всю историю наблюдений. Суммарная сейсмическая энергия в регионе за 2010 г. ($\Sigma E=2.4 \cdot 10^{12}$ Дж) [15]) почти на три порядка ниже ее величины в 2008 г. ($4.02 \cdot 10^{15}$ Дж) [167]) и почти на два порядка ниже по сравнению с энергией в 2009 г. ($5.61 \cdot 10^{13}$ Дж) [168]). Максимальное ($K_p=11.9$) землетрясение в 2010 г. было зарегистрировано 12 июля на западе шельфа моря Лаптевых в Оленёкском заливе (с координатами $\varphi=72.96^\circ\text{N}$, $\lambda=123.40^\circ\text{E}$) и было приурочено к Лено-Таймырской полосе землетрясений, фиксируемой от дельты р. Лены вдоль побережья Оленёкского залива к полю Таймыр [15]. На этом же участке шельфа 30 лет назад 01.02.1980 г. произошло Оленёкское 7-балльное землетрясение с $MLH=5.2$ и координатами $\varphi=73.3^\circ\text{N}$, $\lambda=122.6^\circ\text{E}$ [169, 170]. Интересен был механизм очага Оленёкского землетрясения – подвижки типа сброс по обоим нодаль-

ным плоскостям. Отметим, что сбросы характерны для расположенного северо-западнее хребта Гаккеля (см. например [171]. Не исключено, что подобные движения могли реализоваться и в очаге 12 июля 2010 г.

По региону Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь (XIV) приведены сведения о сейсмичности трех его территорий: Баренц-Евро/Арктики (прежде, до 2007 г., называвшегося «Восточная часть Балтийского Щита» [51]), Беларуси и Урала.

На территории **Баренц-Евро/Арктики** мониторинг сейсмичности в 2010 г. проводился на двух удаленных друг от друга территориях: в Мурманской области с прилегающими на западе северными провинциями Финляндии, Швеции и Норвегии и на архипелаге Шпицберген с прилегающими на западе структурами континентального склона Евразии и срединно-океанических хребтов Мона и Книповича.

На Кольском полуострове сейсмическими станциями Кольского филиала ГС РАН зарегистрировано и идентифицировано в качестве природных 22 сейсмических события [54]. Существенным моментом в организации сейсмических наблюдений в 2010 г. явилось объединение сетей сейсмических станций КоФ ГС РАН и ОАО «Апатит». Сейсмическая сеть, получившая название «Объединенная Система Контроля Состояния Массива» (ОСКСМ), обеспечивает контроль сейсмичности района промышленной деятельности ОАО «Апатит» в режиме реального времени и ее основной задачей является детальное прогнозное сейсмическое районирование для выявления удароопасных зон и блоков в пределах действующих рудников. Наиболее заметным событием на Кольском п-ве в 2010 г. было описанное выше осязательное Кукисвумчоррское землетрясение 21 октября в Хибинском горном массиве [57].

В 2010 г. в районе архипелага Шпицберген было зарегистрировано 365 землетрясений с магнитудой $M_L > 2$ [54], в кооперации с NORSAR на основе долгосрочного соглашения о научно-техническом сотрудничестве, подписанного в 1998 г. [172]. Для локации землетрясений на территории архипелага привлекались данные сейсмической группы SPI (NORSAR), размещенной на о. Западный Шпицберген вблизи пос. Лонгьербин, а также трехкомпонентной станции KBS (корпорация IRIS) – в пос. Нью-Олесунд.

В **Беларуси** в течение 2010 г. сейсмичность проявилась, как и ранее, в южной ее части, в Солигорском горно-промышленном районе. Общее число зарегистрированных событий составило $N=27$ [55] с минимальной из всех регионов в 2010 г. суммарной энергией $\Sigma E = 2.87 \cdot 10^8$ Дж [173]. В тектоническом плане основная часть событий приурочена к зоне сочленения северо-западной части Припятского прогиба и Белорусской антеклизы. Сопоставление данных 2010 г. с долговременными средними оценками N и ΣE за период 1983–2009 гг. в табл. 4 основной статьи показало, что уровень выделившейся в 2010 г. сейсмической энергии в 2.8 раза ниже такового ($\Sigma E = 7.96 \cdot 10^8$ Дж) в 2009 г., и в 9.2 раза ниже среднего его значения ($\Sigma E_{cp} \sim 2.65 \cdot 10^9$ Дж) за 27 лет [174]. Число событий 2010 г., равное $N=27$, чуть меньше, чем в 2009 г. ($\Sigma N=31$), а относительно его среднего долговременного значения ($N_{cp}=45$) меньше в 1.67 раза. В целом по региону наблюдается спад сейсмической активности, наметившийся с 2000 г.

На Урале при обработке сейсмических записей ведется определение типа сейсмических источников (взрыв, обвал или тектоническое землетрясение). Тектонические землетрясения делятся на телесеизмические и региональные. Последние могут быть как природными, так и связанными с ведением горных работ: горные удары (ГУ), горно-тектонические удары (ГТУ), обрушения. В общей сложности сейсмическими станциями Уральского региона в 2010 г. определены параметры 26 сейсмических событий [175]. Из них 19 являются горно-тектоническими ударами на СУБРе, 3 события бесспорно являются природными тектоническими землетрясениями, оставшиеся 4 события также могут иметь природное происхождение, так как для них иные причины менее вероятны [56].

Можно отметить, что в 2010 г. число зарегистрированных событий возросло по сравнению с таковым ($N=14$) в 2009 г., главным образом за счет роста техногенной сейсмичности в районе г. Североуральск. За счет двух сильных землетрясений с $M_L > 4$ увеличилось количество суммарной выделившейся энергии ΣE с $17.95 \cdot 10^8$ Дж в 2009 г. до $1.58 \cdot 10^{11} \cdot 10^{10}$ Дж – в 2010 г. Самым значительным в 2010 г. стало описанное выше Качканарское землетрясение 29 марта с $K_p=12.1$, $M_L=3.9$ [58], для которого были детально изучены параметры очага, собран значительный объем макросейсмических данных.

В целом сравнение карты эпицентров 2010 г. с аналогичными картами за предыдущие годы [176, 177], показывает, что основная сейсмичность проявляется в одних и тех же зонах, а их активность сохраняется примерно на одном уровне.

В Арктическом бассейне (XV), согласно каталогу [178], составленному по данным Международного сейсмологического центра [3], зарегистрировано всего $N_{\Sigma}=18$ событий, т.е. в два раза меньше, чем в 2009 г. с $N_{\Sigma}=39$ [179]. По суммарной сейсмической энергии падение еще большее – $\Sigma E=0.2 \cdot 10^{11}$ Дж [6] вместо $\Sigma E=23.2 \cdot 10^{11}$ Дж [180]. Картина распределения эпицентров в 2010 г. типична для данного района Арктики. Практически все землетрясения связаны с сейсмоактивной зоной, протягивающейся через глубоководную часть Арктического бассейна и внедряющейся на шельф моря Лаптевых (рис. 2). Указанная зона является фрагментом глобального сейсмического пояса, трассирующего границы литосферных плит. В глубоководной части Северного Ледовитого океана она приурочена к гребню подводного хребта Гаккеля, являющегося продольной осью Евразийского суббассейна.

Заключение. Настоящий сборник является результатом работы многочисленного числа специалистов одиннадцати суверенных государств (Россия, Беларусь, Украина, Молдова, Азербайджан, Армения, Туркменистан, Таджикистан, Узбекистан, Кыргызстан и Казахстан), ведущих стационарный сейсмический мониторинг своих территорий, формирование каталогов и бюллетеней, исследование геолого-геофизических условий сейсмической активности регионов, включая механизмы очагов сильных землетрясений и их макросейсмические последствия.

Среди характерных проявлений сейсмичности в 2010 г. отметим, как и в 2009 г. [39], дублирование очаговых зон прошлых лет и нынешних.

Так Углянское-III землетрясение 14 декабря 2010 г. с $K_p=9.7$, $MSHA=3.3$, $I_0=5$ баллов в Тячевском районе Закарпатской области возникло [90] в очаговой зоне Углянских I-го и II-го землетрясений [181] в 1979 г., произошедших 23 августа с $K_p=10.5$, $I_0=6$ баллов и 22 сентября с $K_p=11.4$, $I_0=6-7$ баллов, в зоне сочленения Складчатых Карпат с Закарпатским прогибом, выраженный, в том числе, в значительном подобии нынешней карты изосейст с таковой в 1979 г. Удивительно близки их инструментальные эпицентры: 2010 г. – $\varphi_{и}=48.17^{\circ}N$, $\lambda_{и}=23.60^{\circ}E$; 1979 г. – $\varphi_{и}=48.14^{\circ}N$, $\lambda_{и}=23.58^{\circ}E$. Также близки их макросейсмические эпицентры: 2010 г. – $\varphi_{м}=48.20^{\circ}N$, $\lambda_{м}=23.63^{\circ}E$; 1979 г. – $\varphi_{м}=48.16^{\circ}N$, $\lambda_{м}=23.62^{\circ}E$ [90].

В Казахстане землетрясение 12 сентября с $K_p=12.0$ [182, 138] произошло в пределах Южно-Прибалхашской впадины, вблизи очага Баканасского землетрясения 25.09.1979 г. [139, 140] с $K_p=14.0$, $MLH=5.8$, явившегося в свое время сенсацией из-за принятой ранее априори абсолютной асейсмичности этой зоны.

Особо следует отметить результаты мониторинга сейсмичности в 2010 г. на Урале. Здесь работы по развертыванию региональной сети сейсмических наблюдений и организации непрерывного сейсмологического мониторинга региона реализованы силами лаборатории природной и техногенной сейсмичности Горного института УрО РАН при сотрудничестве с ГС РАН и при поддержке Министерства природных ресурсов Пермского края. Первые станции стационарной сейсмологической сети в крае были развернуты в период с 1999 по 2004 гг. [176]. По состоянию на 2010 г. сеть включает 12 цифровых станций и одну сейсмическую группу [175]. Эта сеть позволила в 2010 г. хорошо записать и обработать первое за весь указанный период и описанное выше ощутимое 5-балльное Качканарское землетрясение [58]. Оно было обследовано и построена карта изосейст. Необычным в этой пионерской для Урала работе было применение забытого в постсоветское время, но так необходимого приема корректировки интенсивности сотрясений с учетом типа грунтов и степени их обводненности. В целях получения неискаженного макросейсмического поля была произведена его коррекция за различия в грунтовых условиях (рис. 5 основной статьи [58]).

Представленный материал дает полную картину хода сейсмического процесса на всей территории Северной Евразии в 2010 году, свидетельствующий о том, что, по сравнению с таковым в 2009 г., в большей части регионов и территорий (на Карпатах, в Крыму, на Северном Кавказе, в Центральной Азии, в Таджикистане, на Алтае, в Якутии, Беларуси и в Арктике) наблюдался спад сейсмической активности. Напротив, в Копетдаге, на Урале, в Прибайкалье, в Приморье, на Сахалине и в Баренц-Евро/Арктике отмечен рост сейсмической активности. Однако в целом сейсмический процесс в Северной Евразии в 2010 г. протекал сравнительно спокойно, без катастроф.

Л и т е р а т у р а

1. **Введение** // См. наст. сб.
2. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2010 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2010–2011. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2010.
3. **International Seismological Centre**, On-line Bulletin, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2013. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>.
4. **Михайлова Р.С. (отв. сост.)**. Каталог землетрясений Северной Евразии. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
5. **Левина В.И., Михайлова Р.С. (сост.)**. Список всех сейсмических станций Северной Евразии за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
6. **Аветисов Г.П.** Арктический бассейн. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
7. **Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Вербицкий Ю.Т., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В., Илиеш И.И., Карданец В.Ю.** Карпаты. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
8. **Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э.** Азербайджан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
9. **Габсатарова И.П., Артёмова Е.В., Каменская О.П., Гарькуша А.П.** Северный Кавказ. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
10. **Соколова И.Н. (РГП ИГИ МЭ РК) (отв. сост.)**. Сейсмические группы и станции Республиканского государственного предприятия «Институт геофизических исследований» Комитета по атомной энергии Министерства энергетики Республики Казахстан в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
11. **Неверова Н.П. (СОМЭ МОН РК) (сост.)**. Сейсмические станции Сейсмологической опытно-методической экспедиции Министерства образования и науки Республики Казахстан в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
12. **Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Еманов А.А., Филина А.Г., Фатеев А.В.** Алтай и Саяны. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
13. **Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Дорошкевич Е.Н., Михайлов В.И.** Курило-Охотский регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
14. **Чебров В.Н., Матвеев Е.А., Ромашева Е.И., Чеброва А.Ю., Дрознина С.Я., Митюшкина С.В., Иванова Е.И., Гусева Е.М., Воропаев П.В., Ландер А.В.** Камчатка и Командорские острова. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
15. **Козьмин Б.М.** Якутия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
16. **Французова В.И., Конечная Я.В., Иванова Е.В.** Архангельская область. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
17. **Баранов С.В., Петров С.И.** Баренц-Евро/Арктика. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
18. **Алёшина Е.И., Курткин С.В., Карпенко Л.И., Седов Б.М.** Северо-Восток России. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
19. **Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А.** Приамурье и Приморье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
20. **Адиллов З.Р., Асманов О.А., Батыров Т.Б., Даниялов М.Г., Левкович Р.А.** Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
21. **Сарыева Г.Ч., Петрова Н.В., Безменова Л.В. (сост.)**. Сейсмические станции Копетдага и их параметры в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
22. **Муралиев А.М., Джанузакв К.Д., Шукурова Р.Б., Гессель М.О., Тулаганова М.Т.** Центральная Азия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
23. **Михайлов В.И. (сост.)**. Сейсмические станции Курило-Охотского региона в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
24. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Колковский В.М. (сост.)**. Сейсмические станции Беларуси в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
25. **Илиеш И.И. (сост.)**. Сейсмические станции сети Молдовы в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

26. **Саргсян Г.В. (сост.).** Сейсмические станции, работавшие в Армении в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
27. **Берёзина А.В. (отв. сост.).** Сейсмические станции, работавшие на территории Кыргызстана в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
28. **Пронишин Р.С. (сост.).** Цифровые сейсмические станции сети региона Карпаты, работавшие в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
29. **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 $M_S=7.3$, $K_p=17.1$ (Горный Алтай) // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 326–343.
30. **Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Иванова Е.И., Карпенко Л.И., Седов Б.М.** Ланкучанское землетрясение 26 декабря 2009 г. с $K_p=13.0$, $MPSP=4.5$, $I_0=6-7$ (Северо-Восток) // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 343–351.
31. **Раутиан Т.Г.** Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. (Труды ИФЗ АН СССР; № 9(176)). – М.: ИФЗ АН СССР, 1960. – С. 75–114.
32. **Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В.** Землетрясения Крымско-Черноморского региона. – Киев: Наукова думка, 1989. – 189 с.
33. **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.
34. **Соловьёв С.Л., Соловьёва О.Н.** Соотношение между энергетическим классом и магнитудой Курильских землетрясений // Физика Земли. – 1967. – № 2. – С. 13–23.
35. **Гусев А.А., Мельникова В.Н.** Связи между магнитудами – среднемировые и для Камчатки // Вулканонология и сейсмология. – 1990. – № 6. – С. 55–63.
36. **Våth M.** Introduction to seismology. – Basel and Stuttgart: Birkhauser Verlag, 1973.
37. **Старовойт О.Е., Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Левина В.И.** Северная Евразия // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 16–42.
38. **Старовойт О.Е., Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Левина В.И.** Северная Евразия // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 14–40.
39. **Старовойт О.Е., Михайлова Р.С., Рогожин Е.А., Левина В.И.** Северная Евразия // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 12–31.
40. **Чуба М.В. (отв. сост.), Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Стасюк А.Ф., Пронишин Р.С., Вербицкий Ю.Т., Нишценко И.М., Плишко С.М., Вербицкая О.Я., Давыдык О.Д., Олейник Г.И., Симонова Н.А., Бурлуцкая А.М., Евдокимова О.В. (сост.).** Каталог землетрясений Карпат за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
41. **Козиненко Н.М., Свидлова В.А., Сыкчина З.Н. (отв. сост.).** Каталог землетрясений Крымско-Черноморского региона в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
42. **Габсатарова И.П., Головова Л.В., Асманов О.А. (отв. сост.), Абдуллаева А.Р., Александрова Л.И., Амиров С.Р., Артёмова Е.В., Гамидова А.М., Девяткина Л.В., Иванова Л.Е., Калоева И.Ю., Киселёва О.А., Лещук Н.М., Малянова Л.С., Морозова Я.Н., Мусалаева З.А., Петросян Э.Н., Сагателова Е.Ю., Селиванова Е.А., Цирихова Г.В. (сост.).** Каталог землетрясений и взрывов Северного Кавказа в государственных границах +30 км за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
43. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Мхитарян М.Г., Байбурдян Е.Г. (сост.).** Каталог землетрясений Армении в государственных границах +30 км за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
44. **Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С. (отв. сост.), Казымова С.Э., Расулова З.М., Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Е., Исламова Ш.К. (сост.).** Каталог землетрясений Азербайджана с $K_p \geq 8.6$ в государственных границах +30 км за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
45. **Сарыева Г.Ч. (отв. сост.), Тачов Б., Халлаева А.Т., Клочкиков А.В., Дурасова И.А., Эсенова А., Петрова Н.В., Мустафаев Н.С., Артёмова Е.В. (сост.).** Каталог землетрясений Копетдага за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
46. **Коваленко Н.С. (отв. сост.), Федоркова Г.В., Донова Т.Я. (сост.).** Каталог землетрясений и взрывов Приамурья и Приморья за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

47. **Сениуков С.Л., Дрознина С.Я. (отв. сост.), Козлова Н.И., Карпенко Е.А., Леднева Н.А., Митюшкина С.В., Назарова З.А., Напылова Н.А., Раевская А.А., Ромашева Е.И. (сост.).** Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
48. **Алёшина Е.И. (отв. сост.), Комарова Р.С., Чернецова А.Г. (сост.).** Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
49. **Алёшина Е.И. (сост.).** Дополнение к каталогу землетрясений Северо-Востока России за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
50. **Алёшина Е.И., Курткин С.В., Карпенко Л.И., Седов Б.М. (сост.).** Сейсмические станции Северо-Востока России в 2010 г. (код сети NERS). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
51. **Баранов С.В., Петров С.И.** Баренц-Евро/Арктический регион // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014 – С. 224–230.
52. **Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.).** Каталог землетрясений Баренц-Евро/Арктики (архипелаг Шпицберген) в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
53. **Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.).** Каталог землетрясений Баренц-Евро/Арктического района в 2009 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015 – (На CD).
54. **Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.).** Каталог землетрясений Баренц-Евро/Арктики (Балтийский щит) в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
55. **Аронова Т.И. (отв. сост.), Ацута О.Н., Аронов В.А. (сост.).** Каталог землетрясений Беларуси за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
56. **Голубева И.В., Дягилев Р.А. (отв. сост.), Белевская М.А., Верхованцева Т.В., Старикович Е.Н. (сост.).** Каталог землетрясений, горных и горно-тектонических ударов на территории Урала и прилегающих районов за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
57. **Асминг В.Э., Баранов С.В., Прокудина А.В., Фёдоров А.В., Нахшина Л.П.** Кукисвумчоррское техногенное землетрясение 21 октября 2010 г. с $K_p=10.1$, $M_l=4.1$, $I_0=5-6$ (Мурманская область). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
58. **Дягилев Р.А., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В.** Качканарское землетрясение 29 марта 2010 г. с $K_p=12.1$, $M_w=4.4$, $I_0=5$ (Урал). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
59. **Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы /** Под ред. Н.В. Шарова, А.А. Маловичко, Ю.К. Щукина. Кн. 1: Землетрясения. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 381 с.
60. **Коломиец А.С., Баранов С.В.** Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 195–199.
61. **Ловчиков А.В., Асминг В.Э.** Изучение техногенной сейсмичности в Ловозерском горном массиве. Материалы Шестой Международной сейсмологической школы «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных», Апатиты, 15–19 августа 2011 года. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 186–189.
62. **Карта разломов территории СССР и сопредельных стран /** Под ред. А.В. Сидоренко. – М.: Недра, ВСЕГЕИ, 1978.
63. **Михайлова Р.С., Улубиева Т.Р.** Ванчское землетрясение 2 января 2010 г. с $K_p=13.5$, $M_w=5.4$, $I_0^p=7$ (Северный Памир, Таджикистан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
64. **Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Михайлова Р.С. (сост.).** Афтершоки Ванчского землетрясения 2 января 2010 г. с $M_w=5.4$, $K_p=13.5$, $I_0^p=7$ (Таджикистан). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
65. **Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.), Пиневиц М.В., Швидская С.В. (сост.).** Каталог землетрясений Курило-Охотского региона за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
66. **Михайлова Р.С., Левина В.И., Петрова Н.В.** Уангское землетрясение 16 марта 2010 г. с $MLH=6.1$, $I_0=7-8$ (Северо-Западный Сахалин). (См. раздел (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
67. **Кислицына И.П. (отв. сост.), Сохатюк А.С., Децик И.В. (сост.).** Каталог землетрясений Сахалина за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
68. **Гилёва Н.А., Радзиминович Я.Б., Середкина А.И., Мельникова В.И.** Шаманское землетрясение 19 марта 2010 г. с $K_p=13.6$, $M_w=5.3$, $I_0=7-8$ (Северное Прибайкалье). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).

69. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Михайлова Р.С., Нилобекова З.Г., Маматкулова З.С., Дмитриева Т.Н., Кутузова А.П., Валявская Т.Н. (сост.). Каталог землетрясений Таджикистана и возможных взрывов за 2008 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – (На CD).
70. Алёшина Е.И., Курткин С.В., Карпенко Л.И. Верхнекулинское землетрясение 2 августа 2010 г. с $K_p=13.6$, $M_w=5.3$, $I_0^p=7$ (Северо-Восток России). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
71. Петрова Н.В. Кух-Зарское землетрясение 27 августа 2010 г. с $K_p=13.8$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ (Эльбурский район Копетдага). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
72. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Михайлова Р.С., Артёмова Е.В., Левина В.И. (сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Таджикистана в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
73. Оскорбин Л.С. Сейсмичность Сахалина // Сейсмическое районирование Сахалина. – Владивосток: ДВНЦ АН РАН, 1977. – С. 3–22.
74. Кондорская Н.В. Инструментальные данные // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 13.
75. Коваленко Н.С. (отв. сост.), Артёмова Е.В. (сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Приамурья и Приморья в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
76. Сафонов Д.А. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
77. Гир Дж., Шах Х. Модифицированная шкала Меркалли // Зыбкая твердь. – М.: Мир, 1988. – С. 105–108.
78. Berberian M. Contribution to the seismotectonics of Iran. part II. Materials for the study of the seismotectonics of Iran // Tehran: Geological Survey of Iran. – 1976. – Rep. 39. – 420 p.
79. Berberian M. Historical Seismicity (pre 1900) Map of Iran. Scale 1:5000000 // Geological Survey of Iran. – Tectonic-Seismotectonic Research Section. – 1977. – 2 p.
80. Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А. Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизионного пояса. – М.: Геос, 2002. – 224 с.
81. Коновалов А.В., Семенова Е.П., Сафонов Д.А. Результаты детального изучения очаговой зоны землетрясения 16 марта 2010 года ($M_w=5.8$) на северо-западе о. Сахалин // Вулканология и сейсмология – М.: Наука, 2012. – С. 243–253.
82. Харахинов В.В. Нефтегазовая геология Сахалинского региона. – М.: Научный мир, 2010. – 276 с.
83. Imaev V.S., Imaeva L.P., Smekalin O.P., Koz'min B.M., Grib N.N., Chipizubov A.V. A seismotectonic map of Eastern Siberia. // Geodynamics and Tectonophysics. – 2015. – 6 – N 3. – P. 275–287.
84. Лунина О.В., Гладков А.С., Шерстянкин П.П. Новая электронная карта активных разломов юга Восточной Сибири // Доклады РАН. – 2010. – 433. – № 5. – С. 662–667.
85. Буртман В.С. Тянь-Шань и Высокая Азия. Тектоника и геодинамика в палеозой // Труды ГИН, вып. 570. – М.: ГЕОС, 2006. – 216 с.
86. Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Михайлова Р.С., Нилобекова З.М., Маматкулова З.С., Дмитриева Т.Н., Кутузова А.П., Валявская Т.Н., Артёмова Е.В. (сост.). Каталог землетрясений Таджикистана за 2009 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – (На CD).
87. Михайлова Р.С. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2008 год // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – (На CD).
88. Артёмова Е.В., Левина В.И., Михайлова Р.С. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2009 год // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – (На CD).
89. Артёмова Е.В., Михайлова Р.С. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
90. Пронишин Р.С. Углинское-III землетрясение 14 декабря 2010 г. с $K_p=9.7$, $MSHA=3.3$, $I_0=5$ (Украина, Закарпатье). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
91. Гофштейн И.Д. Неотектоника Карпат. – Киев: АН УССР, 1964. – 176 с.
92. Левина В.И. (сост.). Список всех ощутимых землетрясений Северной Евразии за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

93. **Левина В.И. (сост.).** Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Северной Евразии в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
94. **Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Вербицкий Ю.Т.** Карпаты // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 60–66.
95. **Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Вербицкий Ю.Т., Илиеш И.Л., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В.** Карпаты // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 51–57.
96. **Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Карданец В.Ю.** Ощутимые в Молдове в 2010 г. землетрясения 8 июня с $M_w=4.3$, $I_0=4$ и 30 сентября с $M_w=4.4$, $I_0=4$ (Румыния–Молдова). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
97. **Пронишин Р.С., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Карданец В.Ю. (отв. сост.), Артёмова Е.В., Михайлова Р.С. (сост.).** Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Карпат в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
98. **Козиненко Н.М., Свидлова В.А., Сыкчина З.Н. (отв. сост.).** Каталог землетрясений Крыма за 2009 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – (На CD).
99. **Козиненко Н.М., Свидлова В.А., Сыкчина З.Н. (отв. сост.).** Каталог землетрясений Крыма за 2008 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – (На CD).
100. **Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е.** Об энергетической оценке землетрясений Крымско-Черноморского региона // Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. – М.: ИФЗ АН СССР, 1974. – Т. 2. – С. 113–125.
101. **Пустовитенко Б.Г., Раутян Т.Г., Свидлова В.А.** Определение магнитуд и энергетических классов землетрясений по наблюдениям в Крымском регионе // Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССН СССР (Крым – Карпаты за 1978–1979). – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 126–138.
102. **Пустовитенко Б.Г., Калинин И.В., Мерзей Е.А.** Динамические параметры очагов землетрясений Крымско-Черноморского региона. (См. раздел II (Спектры и динамические параметры очагов землетрясений) в наст. сб.).
103. **Козиненко Н.М. (сост.).** Макросейсмический эффект ощутимого землетрясения в населенных пунктах Крымско-Черноморского региона в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
104. **Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Е.** Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 74–81.
105. **Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С., Казымова С.Э.** Азербайджан // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 63–71.
106. **Етирмишли Г.Д. (отв. сост.).** Сейсмические станции Азербайджана работавшие на территории Азербайджана в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
107. **Абдуллаева Р.Р., Исмаилова С.С. (отв. сост.), Артёмова Е.В. (сост.).** Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Азербайджана и прилегающих территорий в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
108. **Абдуллаева Р.Р. (отв. сост.), Артёмова Е.В., Пойгина С.Г. Бахтиярова Г.М. (сост.).** Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Азербайджана за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
109. **Казымова С.Э. (отв. сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Азербайджана за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
110. **Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С., Гонян А.А., Демирчян О.М., Геворкян А.А., Мхитарян М.Г.** Каталог сейсмических событий ($N=385$) Армении в государственных границах +30 км за 2009 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – (На CD).
111. **Саргсян Г.В. (отв. сост.).** Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Армении за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
112. **Геворкян А.А. (отв. сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений по территории Армении и сопредельных государств за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

113. **Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Малянова Л.С.** Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 100–116.
114. **Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Головкова Л.В.** Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 95–110.
115. **Габсатарова И.П., Артёмов Е.В., Головкова Л.В.** Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 86–96.
116. **Габсатарова И.П.** Инструментальные параметры очага Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ (Чеченская Республика) // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 433–447.
117. **Габсатарова И.П. (отв. сост.), Асманов О.А., Амиров С.Р., Гайсумов М.Я., Пономарёва Н.Л. (сост.)**. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Северного Кавказа в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
118. **Габсатарова И.П. (отв. сост.), Малянова Л.С. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Северного Кавказа за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
119. **Станулис В.А., Хлуднев В.Ф.** Некоторые проблемные вопросы геологии и нефтеносности Терско-Сунженского района (Северный Кавказ, Терско-Каспийский краевой прогиб) // Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. – М.: Наука, 1987. – С. 246–254.
120. **Габсатарова И.П., Даниялов М.Г., Мехрюшев Д.Ю., Погода Э.В., Янков А.Ю.** Северный Кавказ // Землетрясения России в 2010 году. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 16–20.
121. **Салтыков В.А., Кравченко Н.М., Пойгина С.Г.** Оценка уровня сейсмической активности регионов России // Землетрясения России в 2007 г. – Обнинск ГС РАН, 2009. – С. 49–55.
122. **Безменова Л.В., Петрова Н.В., Сарыева Г.Ч.** Копетдаг // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 96–106.
123. **Безменова Л.В., Петрова Н.В., Сарыева Г.Ч.** Копетдаг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
124. **Петрова Н.В. (отв. сост.)**. Афтершоки Кух-Зарского землетрясения 27 августа 2010 г. с $K_p=13.8$, $M_w=5.8$. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
125. **Петрова Н.В., Артёмов Е.В., Безменова Л.В.** Дополнительный список землетрясений, не вошедших в основной каталог землетрясений Копетдага за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
126. **Петров В.А., Безменова Л.В. (отв. сост.), Петрова Н.В. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Копетдага за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
127. **Петров В.А. (отв. сост.)**. Дополнительный каталог механизмов очагов землетрясений Копетдага за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
128. **Сарыева Г.Ч. (отв. сост.), Артёмов Е.В., Петрова Н.В. (сост.)**. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Копетдага в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
129. **Абдрахматов К.Е., Омуралиев М., Ормуков Ч.** Землетрясение Нура 5 октября 2008 г. с $K_p=15.4$, $M_w=6.7$, $I_0=8$ (Кыргызстан) // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 408–416.
130. **Джанузаков К.Д., Муралиев А.М., Калмыкова Н.А., Холикова М.А.** Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 119–127.
131. **Джанузаков К.Д., Муралиев А.М., Калмыкова Н.А., Холикова М.А.** Центральная Азия // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015 – С. 107–113.
132. **Фролова А.Г., Берёзина А.В., Молдобекова С., Першина Е.В. (отв. сост.)**. Афтершоки землетрясения Нура 5 октября 2008 г. с $K_p=15.4$, $M_w=6.7$, $I_0=8$ (Кыргызстан) за 2008–2010 гг. с $K_p=5.7-14.5$. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
133. **Муралиев А.М. (отв. сост.), Малдыбаева М.Б., Абдыраева Б.С., Досайбекова С., Холикова М.А. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Центральной Азии за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
134. **Улубиева Т.Р. (отв. сост.), Рислинг Л.И., Михайлова Р.С., Нилобекова З.М., Маматкулова З.С., Дмитриева Т.Н., Кутузова А.П., Валяевская Т.Н., Артёмов Е.В. (сост.)**. Каталог землетрясений Таджикистана за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

135. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
136. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015 – С. 114–124.
137. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 128–141.
138. Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
139. Нурмагамбетов А., Сыдыков А., Власова А.А., Краснова А.Ф. Баканасское землетрясение 25 сентября 1979 г. // Землетрясения в СССР в 1979 г. – М.: Наука, 1982. – С. 48–53.
140. Михайлова Н.Н., Полешко Н.Н. О необычном Баканасском землетрясении 1979 г. в Казахстане ($M_w=5.7$) // Вестник НЯЦ РК. – 2013. – Вып. 2. – С. 154–161.
141. Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Дураченко А.В. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 148–153.
142. Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Еманов А.А., Фатеев А.В., Филина А.Г. Алтай и Саяны // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015 – С. 130–138.
143. Филина А.Г. (отв. сост.), Пугачёва В.Н., Манушина О.А., Э.А., Ибрагимова Г.Г. (сост.). Региональные каталоги: Алтай и Саяны. // Землетрясения в СССР в 1991 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. – С. 138–142.
144. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К., Радзиминович Я.Б., Хритова М.А. Прибайкалье и Забайкалье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
145. Мельникова В.И., Гилёва Н.А. (отв. сост.), Ландер А.В., Середкина А.И., Татомир Н.В. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
146. Мельникова В.И., Гилёва Н.А. (отв. сост.), Ландер А.В., Середкина А.И., Татомир Н.В. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD). Середкина А.И., Мельникова В.И. Тензор сейсмического момента Прибайкальских землетрясений по поверхностным волнам // ДАН. – 2013. – 451. – № 1. – С. 91–94.
147. Хритова М.А., Гилёва Н.А. Применение кластерного анализа для изучения сейсмического режима Байкальского региона // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Десятой Международной сейсмологической школы. Геофизическая служба РАН, Республиканский центр сейсмологической службы при Национальной академии наук Азербайджана. – 2015. – С. 348–352.
148. Солоненко Н.В., Солоненко А.В. Афтершоковые последовательности и рои землетрясений в Байкальской рифтовой зоне. – Новосибирск: Наука, СО. – 1987. – 94 с.
149. Radziminovich N.A., Ochkovskaya M.G. Identification of earthquake aftershock and swarm sequences in the Baikal rift zone // Geodynamics & Tectonophysics. – 2013. – 4. – N 2. – P. 169–186. doi:10.5800/GT-2013-4-2-0096.
150. Хайдурова Е.В., Гилёва Н.А. (отв. сост.), Леонтьева Л.Р., Тигунцева Г.В., Андрусенко Н.А., Тимофеева В.М., Дворникова В.И., Дрокова Г.Ф., Анисимова Л.В., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Хороших М.Б., Павлова Л.В., Мазаник Е.В., Торбеева М.В., Хамидулина О.А., Меньшикова Ю.А., Терёшина Е.Н., Борисова О.А., Папкова А.А., Зиброва Е.С. (сост.). Каталог (оригинал) землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2010 г. с $K_p > 5.6$ ($N=7388$). – Иркутск: Фонды БФ СО ГС РАН, 2011. – 135 с.
151. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Радзиминович Я.Б., Середкина А.И. Максимихинское землетрясение 20 мая 2008 г. с $K_p=14.3$, $M_w=5.3$, $I_0=7$ (Центральный Байкал) // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014 – С. 337–345.
152. Хайдурова Е.В., Гилёва Н.А. (отв. сост.), Леонтьева Л.Р., Тигунцева Г.В., Андрусенко Н.А., Дворникова В.И., Дрокова Г.Ф., Анисимова Л.В., Дреннова Г.Ф., Курилко Г.В., Хороших М.Б., Торбеева М.В., Меньшикова Ю.А., Хамидулина О.А., Павлова Л.В., Мазаник Е.В., Терёшина Е.Н., Борисова О.А., Папкова А.А., Зиброва Е.С. (сост.). Каталог землетрясений Прибайкалья и Забайкалья с $K_p > 7.5$ за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
153. Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Фокина Т.А. Невельские землетрясения 2 августа 2007 г. в $02^{\text{h}}37^{\text{m}}$ с $MLH=6.3$ и в $05^{\text{h}}22^{\text{m}}$ с $MLH=6.0$, $I_0=8$ (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 396–407.

154. **Сохатюк А.С. (сост.)**. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Сахалина в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
155. **Фокина Т.А., Артёмова Е.В., Пойгина С.Г. (сост.)**. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Сахалина за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
156. **Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.), Пиневиц М.В., Швидская С.В. (сост.)**. Каталог землетрясений Курило-Охотского региона за 2009 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015 – (На CD).
157. **Фокина Т.А., Дорошкевич Е.Н., Величко Л.Ф. (отв. сост.)**. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Курило-Охотского региона и прилегающих территорий в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
158. **Сафонов Д.А. (отв. сост.), Гладырь Ж.В. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
159. **Артёмова Е.В., Левина В.И. (сост.)**. Дополнение к каталогу землетрясений Курило-Охотского региона по данным ISC за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
160. **Сафонов Д.А. (отв. сост.), Гладырь Ж.В. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
161. **Левина В.И. (сост.)**. Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
162. **Чебров В.Н., Левина В.И., Ландер А.В., Чеброва А.Ю., Сенюков С.Л., Дрознин Д.В., Дрознина С.Я.** Региональный каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов 1962–2010 гг.: технология и методика создания. (См. раздел V (Методические вопросы) в наст. сб.)
163. **Митюшкина С.В. (отв. сост.), Раевская А.А. (сост.)**. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Камчатки и Командорских островов в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
164. **Митюшкина С.В., Раевская А.А., Пойгина С.Г. (сост.)**. Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений Камчатки за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
165. **Иванова Е.И. (сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
166. **Алёшина Е.И. (отв. сост.)**. Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Северо-Востока России в 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
167. **Козьмин Б.М.** Якутия // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 216–223.
168. **Козьмин Б.М.** Якутия // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 203–208.
169. **Козьмин Б.М., Андреев Т.А., Югова Р.С., Попова М.С.** Землетрясения Якутии и Северо-Востока // Землетрясения в СССР в 1980 году. – М.: Наука, 1983. – С. 65–69.
170. **Козьмин Б.М., Андреев Т.А. (отв. сост.), Емельянова А.А., Югова Р.С., Воробьёва Л.А., (сост.)**. Каталог землетрясений Якутии и Северо-Востока за 1980 г. // Землетрясения в СССР в 1981 году. – М.: Наука, 1983. – С. 206–212.
171. **Аветисов Г.П., Жолондз А.С.** Арктический бассейн // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 254–258.
172. **Виноградов А.Н., Виноградов Ю.А., Петров С.И., Асминг В.Э., Баранов С.В., Евтюгина З.А., Нахшина Л.П., Прокудина А.В., Фёдоров А.В.** Отчет о результатах сейсмомониторинга и научно-исследовательской деятельности Кольского филиала ГС РАН за 2010 год. – Апатиты, 2011. – 92 с.
173. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Колковский В.М., Аронов В.А., Ацута О.Н.** Беларусь. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
174. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Ацута О.Н., Аронов В.А.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 213–216.
175. **Маловичко А.А., Дягилев Р.А., Верховланцева Т.В., Верховланцев Ф.Г., Голубева И.В.** Урал. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).

-
176. **Маловичко А.А., Маловичко Д.А., Дягилев Р.А., Верхоланцев Ф.Г., Голубева И.В., Верхоланцев А.В.** Пермский край 2000–2005 гг. // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 269–289.
 177. **Дягилев Р.А., Маловичко А.А.** Мониторинг природной и техногенной сейсмичности в пределах градопромышленных агломераций и выделение тектонически активных зон для территории Западного Урала в целях повышения геодинамической безопасности эксплуатации ответственных объектов. Отчет о научно-исследовательской работе. Фонды ГИ УрО РАН. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2011. – 83 с.
 178. **Аветисов Г.П. (сост.).** Каталог землетрясений Арктического бассейна за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
 179. **Аветисов Г.П. (сост.).** Каталог землетрясений Арктического бассейна за 2009 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – (На CD).
 180. **Аветисов Г.П., Жолондз А.С.** Арктический бассейн // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 225–228.
 181. **Костюк О.П., Руденская И.М., Пронишин Р.С.** Землетрясения Карпат // Землетрясения в СССР в 1979 г. – М.: Наука, 1982. – С. 10–16.
 182. **Неверова Н.П. (СОМЭ МОН РК), Михайлова Н.Н. (РГП ИГИ МЭ РК) (отв. сост.), Проскурина Л.П., Бектурганова Б.Б., Проскурина А.В., Далебаева Ж.А., Досайбекова С.К. (СОМЭ МОН РК); Мукамбаев А.С. (РПГ ИГИ МЭ РК) (сост.).** Каталог землетрясений Казахстана за 2010 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).