

1. ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ

УДК 550.348.436

СЕЙСМИЧНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ в 2009 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 формируется геодинамическими процессами, происходящими на ее дальневосточной активной окраине, а также во внутренних континентальных орогенических и платформенных областях. К первым относится Тихоокеанский вулcano-сейсмический пояс, ко вторым – Трансазиатский сейсмический пояс с достаточно высокой сосредоточенной сейсмической активностью и менее активный, но четко выраженный в пространстве Арктический пояс, к третьим – платформы разного возраста – Восточно-Европейская, Туранская, Западно-Сибирская и Сибирская, характеризующиеся сравнительно слабой и в основном рассеянной сейсмичностью. Сейсмическая обстановка во всех областях проанализирована на базе данных стационарного мониторинга землетрясений за 2009 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.

Данные о параметрах землетрясений взяты из 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 2009 г.

Сеть сейсмических станций в 2009 г. во всех сейсмоактивных регионах Северной Евразии состояла из 488 станций, из которых 381 цифровых, 96 аналоговых и 11 сейсмических групп (аггау). Отсутствуют сейсмические станции в Арктическом бассейне [5].

Список всех станций без сейсмического оборудования приведен в [6], а с аппаратурой – в региональных приложениях на CD. Расположение станций на территории Северной Евразии показано на рис. 1.

В 2009 г. **не изменились сети станций** в Крыму, Армении, Казахстане, на Алтае и в Саянах, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье, Якутии, в Баренц-Евро/Арктическом регионе, в Беларуси, Молдове, Таджикистане, на Сахалине.

Новые станции с цифровым оборудованием открыты:

в Азербайджане – «Алтыгач» с 22 августа, «Кюрдамир» и «Загатала» – с 23 октября, «Лерик» – с 25 ноября [7];

на Северном Кавказе – «Еремизино-Борисовская» – с 7 октября [8];

на Урале – «Оренбург-3» – с 17 июля [9];

в Копетдаге – «Мергеновля» – с 1 января, «Арчман» – с 1 мая [10];

на Курильских островах – «Малокурильское» [11];

на Камчатке – «Корякский ретранслятор» – с 11 февраля, «Арик» – с 19 августа, «Кизимен» – с 28 сентября, «Дальний» – с 18 июня, «Водозабор» – с 12 декабря, «Администрация УК» – с 17 декабря, «Морской порт» – с 22 декабря [12].

Аналоговое оборудование заменено на цифровое на станциях:

в Копетдаге – «Кизыл-Арват» – с 1 марта, «Сунча» – с 1 июня [10];

в Центральной Азии – «Баткен» – с 25 июля, «Токтогул» – с 27 ноября, «Арсланбоб» – с 28 ноября [13];

на Курильских островах – «Южно-Курильск» – с 1 июня [11].

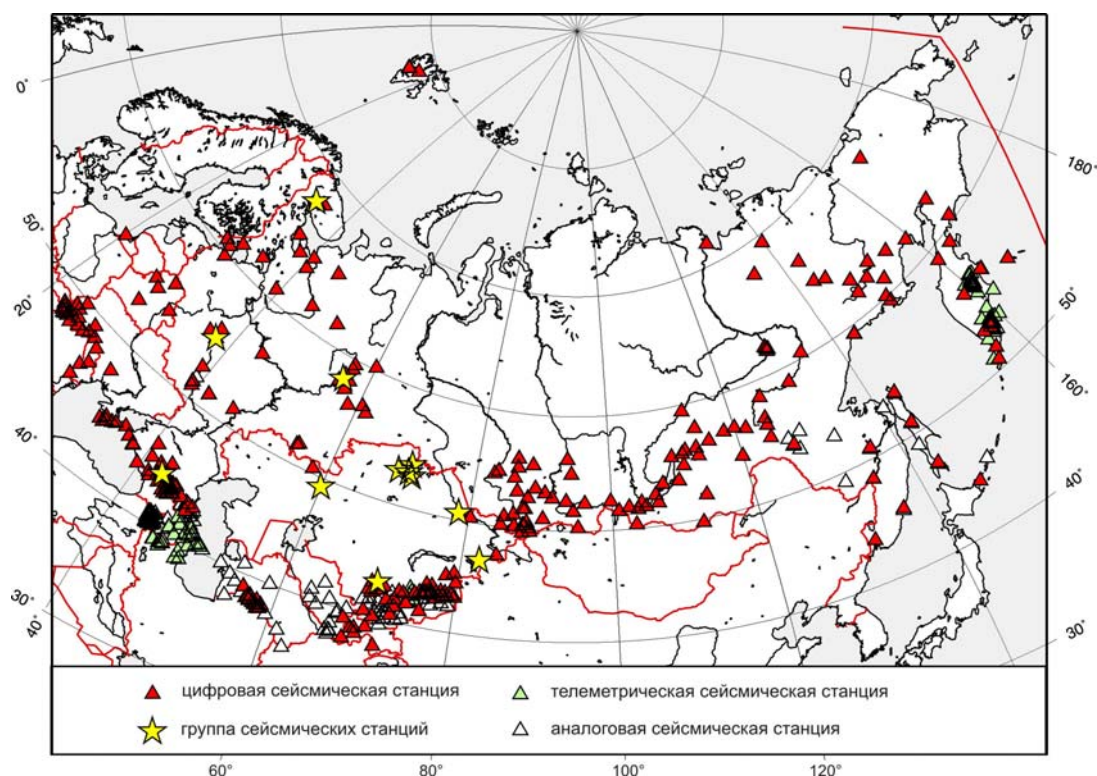


Рис. 1. Сейсмические станции Северной Евразии в 2009 г.

Аналоговое оборудование работает параллельно с цифровым на станциях:

в Беларуси – «Минск», «Нарочь», «Солигорск» [14];
в Молдове – «Кишинёв» [15];
в Баренц-Евро/Арктическом районе – «Аппатиты» [16];
в Туркменистане – «Маньш» [10];
в Приамурье – «Горный», «Зея», «Терней» [17];
на Сахалине – «Тымовское», «Южно-Сахалинск», «Оха» (с 28 ноября добавлен канал для Службы цунами) [18];
на Курильских островах – «Курильск» [11];

Временные станции работали:

на Алтае – две локальные сети: одна (27 станций) находилась в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 2003 г. с 1 июня по 15 сентября 2009 г. и вторая (34 станции) – на Кузбассе, в районе г. Полысаево, с 29 октября 2009 г. до 12 мая 2010 г. [19–21];

на Сахалине – локальная сеть из 10 станций в зоне повышенной сейсмической активности южной части острова, зарегистрировавшая более тысячи землетрясений с $M_l=0.5-4.4$ [22];

на Колыме – для наблюдений за плотиной Магаданской ТЭЦ с 18 января по 25 ноября станция «ТЭЦ плотина»; для сейсмического мониторинга Аргакалинской ГРЭС с июля станции «Тал-Юрях» и «Аркагала», а с 23 октября станция «АрGRES»; в эпицентральной зоне 6-7-балльного Ланкучанского землетрясения 26.12.2009 г. станции «Орбита», «Клёпка», «Ольский перевал»; в связи с высоким уровнем помех на станции «Магадан-1» с 25 марта в окрестностях г. Магадан установлена станция «Дракон» [23].

На Камчатке в 2009 г. практически со всех станций региона организована непрерывная передача сейсмических данных в Информационно-обрабатывающий центр «Петропавловск» в режиме реального времени [24].

На Северо-Востоке с 15 сентября 2009 г. временно остановлена работа станции «Омсулчан» в связи с капитальным ремонтом помещения [23]. На Северном Кавказе с 27 июня закрыта последняя станция типа РТС – «Куба-Таба» [25].

Общая характеристика сейсмичности. Всего в настоящем сборнике опубликованы параметры свыше 39 тыс. землетрясений. Сведения о всех зарегистрированных землетрясениях присланы в редакцию из сейсмически малоактивных регионов и территорий: Баренц-

Евро/Арктического региона, Урала, Беларуси, а также Карпат, Крыма, Северного Кавказа, Северо-Востока России, а из высокоактивных – с усечением по энергетическим классам или магнитудам: Северный Тянь-Шань с $K_p \geq 6.6$, Прибайкалье-Забайкалье и Якутия с $K_p \geq 7.6$, Копетдаг, Центральная Азия, Таджикистан с $K_p \geq 8.6$, Камчатка с $K_s \geq 8.6$, акватории архипелага Шпицберген с $ML > 3.0$.

В сводной табл. 1, составленной по материалам сборника, приведена информация по регионам Северной Евразии о станциях, участвующих в мониторинге в 2009 году, и о зарегистрированных землетрясениях, вошедших в настоящий сборник. Буквами А, Ц, Г (столбцы 3, 4, 5,) обозначены типы станций, аналоговые, цифровые и сейсмические группы (array). При этом к цифровым отнесены также станции типа (А+Ц). В столбце 6 приведен диапазон классов/магнитуд зарегистрированных в регионе землетрясений; в столбцах 7–9 – число всех землетрясений, в том числе с $h=70-300$ 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, добавленных редакцией из бюллетеня Международного сейсмологического центра (ISC) [3]. Все они представлены отдельными файлами в Приложении на CD.

Таблица 1. Станции и землетрясения в Северной Евразии в 2009 г. по регионам I–XV и территориям

№	Регион, территория	Число станций			Диапазон классов/магнитуд	Число землетрясений в ЗСЕ					ΣE , Дж
		А	Ц	Г		N_{Σ}	70–300	>300	$N_{ощ}$	$N_{мех}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Карпаты		20		4.9–13.3	109 +86 _{доп}	25		4	1	$2.08 \cdot 10^{13}$
	Молдова		4								
II	Крым		7		4.6–11.2 _{Кп}	161			1	1	$3.49 \cdot 10^{11}$
III	Кавказ:										
	Азербайджан	14	18		3.8–11.0	959	3		23	3	$1.01 \cdot 10^{12}$
	Армения	5	28		5.5–12.6	385			11		$7.15 \cdot 10^{12}$
	Северный Кавказ	14	32	1	3.1–14.2	2214 +17 _{взр}	8		10	2	$1.64 \cdot 10^{14}$
IV	Копетдаг	17	15		8.6–12.7	191			7	36	$7.67 \cdot 10^{12}$
V	Средняя Азия и Казахстан:										
	Центральная Азия	24	9		8.6–13.8	605			32	114	$2.55 \cdot 10^{14}$
	Таджикистан	15	7		8.6–15.0	4260	3329		40	74	$1.93 \cdot 10^{15}$
	Казахстан		37	8	6.6–13.8	599			21	17	$7.73 \cdot 10^{13}$
VI	Алтай и Саяны		30		5.2–13.6	945			7	4	$4.32 \cdot 10^{13}$
VII	Прибайкалье и Забайкалье		31		7.6–13.2	821			16	32	$2.12 \cdot 10^{13}$
VIII	Приамурье и Приморье	5	6		4.9–12.1 /4.2–6.5 _{MPVA}	577 +414 _{взр}	1	13	7	8	$2.66 \cdot 10^{14}$
IX	Сахалин	1	16		4.9–10.3 _{Кс} /4.0–5.7 _{MPVA}	180 +12	1	12	17	13 +14	$8.84 \cdot 10^{12}$
X	Курило-Охотский регион	1	3		7.3–13.8 _{Кс} /3.9–6.5 _{MPVA}	553 +228 _{доп}	163	18	70	23 +245 _{доп}	$4.48 \cdot 10^{15}$
XI	Камчатка и Командорские о-ва <i>локальные Вулканы</i> <i>Северная группа</i> <i>Авачинская группа</i> <i>Гореловско-Мутновская</i> <i>Кизимен</i>		58		8.6–15.8 _{Кs} 1.9–7.3 _{Кs} 2.8–8.6 _{Кs} 1.6–8.3 _{Кs} 2.1–7.5 _{Кs} 3.3–10.3 _{Кs}	927 117 15017 1920 2858 576	123	43	64	45 +47 _{доп}	$9.14 \cdot 10^{15}$ $3.68 \cdot 10^7$ $2.18 \cdot 10^9$ $4.04 \cdot 10^8$ $9.18 \cdot 10^7$ $4.94 \cdot 10^{10}$
XII	Северо-Восток России		19		5.3–13.3	297 +6 _{доп}			5	2 +2 _{доп}	$4.99 \cdot 10^{13}$
XIII	Якутия		19		7.6–13.7	466 +3 _{взр}			10	1	$5.61 \cdot 10^{13}$

№	Регион, территория	Число станций			Диапазон классов/ магнитуд	Число землетрясений в ЗСЕ					ΣE, Дж
		A	Ц	Г		N_{Σ}	70–300	>300	$N_{оц}$	$N_{мех}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
XIV	Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь:										
	Баренц-Евро /Арктический район: на материке архипелаг Шпицберген		4	1	0.9–3.5 _{ML} 3.0–5.1 _{ML}	34 77					3.06·10 ¹⁰ 2.48·10 ¹³
	Беларусь		5		4.8–8.4	31					7.96·10 ⁸
	Урал		13	1	1.1–3.5 _{ML}	1 165 _{взр} 13 _{ГТУ}					2.09·10 ⁹
XV	Арктический бассейн				3.0–5.1 _{mb}	39				3	2.99·10 ¹³
	Северная Евразия в целом	96	381	11							1.66·10¹⁶
	Земной шар (СБ)				3.4–7.0 _{MPSP}	4214	774	184	99	9	3.22·10 ¹⁷

Суммарное поле эпицентров всех землетрясений представлено на рис. 2 в магнитудах. Пересчет энергетических классов в магнитуды проведен по региональным формулам, описанным на с. 18 в сборнике «Землетрясения Северной Евразии, 2007 год» [26]. Рассмотрим характерные особенности поля эпицентров за 2009 год.

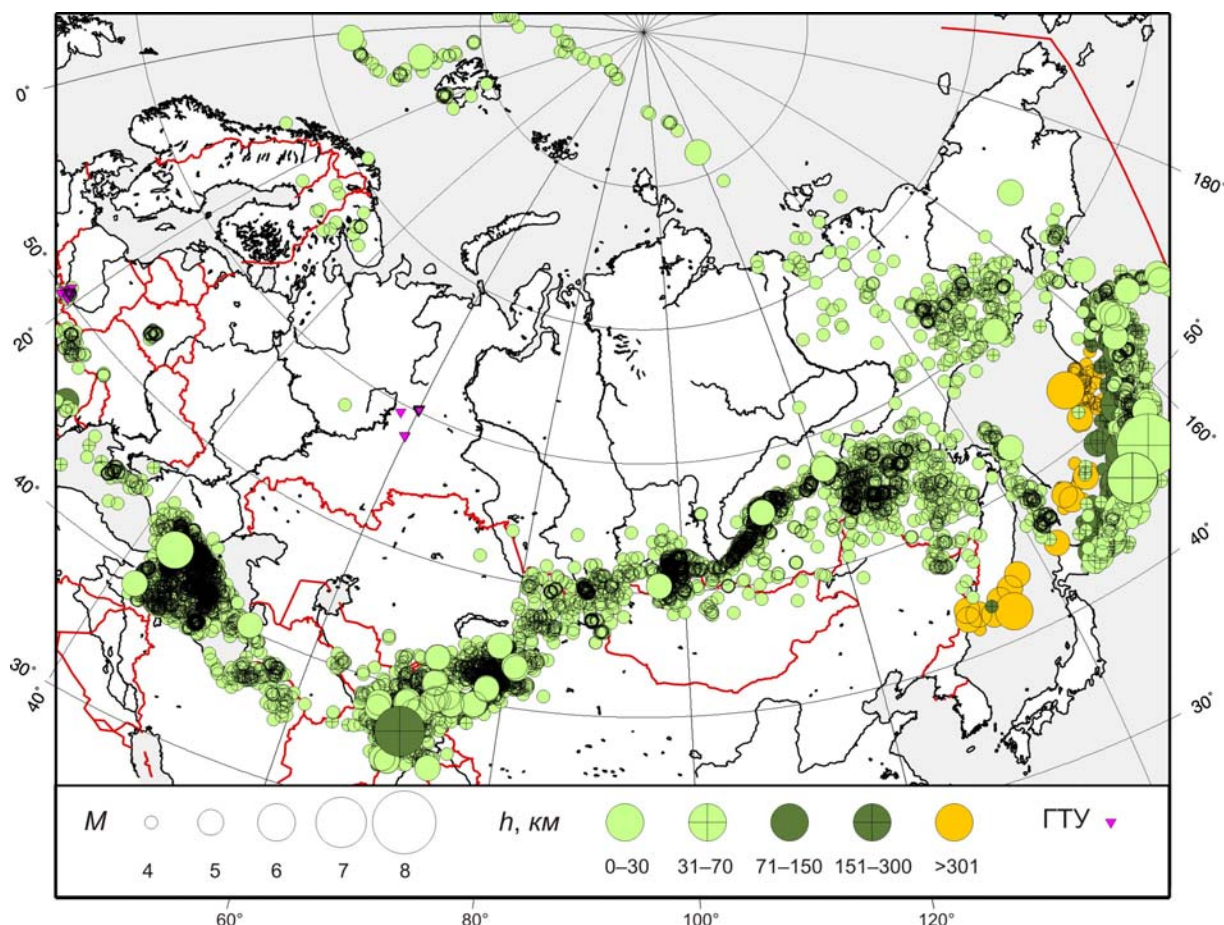


Рис. 2. Карта эпицентров всех землетрясений Северной Евразии за 2009 г.

Самая яркая особенность карты в 2009 г. та же, что и в предыдущие годы [26, 27] – наличие трех мощных сейсмических потоков вдоль окраин Северной Евразии. Первый простирается на юго-восток от южных районов Польши через Карпаты, Крым, северное

прибрежье Черного моря, Кавказ, срединную часть Каспийского моря и Копетдаг. В этом потоке максимальная плотность эпицентров видна на Кавказе, где вновь активизировалась очаговая зона Рача-Джавского землетрясения [28]. 7 сентября здесь произошло сильное ($M_w=6.0$) землетрясение, названное Онийское-II [29, 30]. 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). 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 на юге с включением Курильских островов и Камчатки, с 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 $h=240-572$ км [31] до срединной части Камчатки с h до 630 км [32].

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 в 2009 г. заметно активнее по числу землетрясений, но с меньшими магнитудами как вдоль хребта Гаккеля, так и в южной части Якутии. Поле повышенной плотности эпицентров почти круговой формы (типа «битой тарелки») на северо-востоке России (в Магаданской области), отмеченное в 2008 г. [27], судя по карте эпицентров 2009 г., 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 21 апреля возникло одиночное сильное землетрясение с $M_w=5.0$ [33].

Произошло резкое затухание сейсмичности на архипелаге Шпицберген, весьма активном в 2008 г. из-за землетрясения 21.02.2008 г. в проливе Стур-фьорд, между островами Западный Шпицберген и Эдж. Это было сильнейшее ($M_w=6.1$) землетрясение за всю 100-летнюю историю наблюдений в Арктике. Оно сопровождалось значительной афтершоковой активностью. [34]. Но на карте эпицентров 2009 г. (рис. 2) эта зона почти не выделяется. В то же время весьма выразительны две линейные сейсмоструктуры западнее архипелага Шпицберген.

Вся центральная территория Северной Евразии на рис. 2 почти асейсмична. Отметим лишь незначительную активность в горно-добывающих районах на Кольском полуострове [35, 36] и в районе Старобинского месторождения калийных солей в Беларуси [37, 38]. На Урале зарегистрированы 13 горно-тектонических ударов на Североуральских бокситовых месторождениях в Свердловской области и лишь одно тектоническое землетрясение – к западу, на территории Кировской области [39]. Оно находится в зоне влияния восточной ветви геодинамически неустойчивых Вятских разломов [40].

В табл. 2 приведены сильные ($M_w \geq 6.0$) или обследованные землетрясения в 2009 г.

Таблица 2. Наиболее заметные землетрясения Северной Евразии в 2009 г.

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K	Магнитуды		Регион, территория, название землетрясения
			φ° , N	λ° , E			M_S	M_w	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	03.01	20 23 23	36.50	70.50	208*	15.0	6.4	6.6	Таджикистан [41]
2	15.01.	17 49 36.7	46.88	155.37	31*		7.6	7.4	Курильские острова [42]
3	26.01	21 30 36.2	57.39	120.85	14*	13.7	5.0	5.4	Якутия, Чаруодинское-III с $I_0^p=8$ [43]
4	07.04	04 23 32.8	45.83	152.12	40*	13.8	6.9	6.9	Курильские острова [42]
5	12.04	16 31 40.2	40.20	44.06	32	11.2		4.3	Крым, Симеизское с $I_0^p=4$ [44]
6	18.04	19 17 51.8	45.19	152.26	50*	13.4	6.6	6.7	Курильские острова [32]
7	21.04	05 26 08.7	50.24	155.87	156*	15.3		6.2	Охотское море [32]
8	25.04	17 18 46.9	45.68	26.66	101*	13.3		5.2	Ошутимое в Молдове [45]
9	10.06	18 51 59.1	55.41	111.16	12*	13.2	4.4	4.8	Северный Байкал, Верхнебаргузинское с $I_0=6-7$ [46]

№	Дата, д м	t_0 , ч мин с	Эпицентр		h , км	K	Магнитуды		Регион, территория, название землетрясения
			φ° , N	λ° , E			M_S	M_w	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	13.06	17 17 37	44.77	78.82	19*	13.8	5.4	5.4	Юго-Восточный Казахстан, Текелийское-II с $I_0=7$ [47]
11	18.06	07 34 51.7	40.23	44.75	7	(10.8)		4.3	Центральная Армения, Гарнийское-II с $I_0=5-6$ [48]
12	07.09	22 41 37.1	42.55	43.47	14*	14.2	5.6	6.0	Северная Грузия, Онийское-II с $I_0=(6-7)$ [29]
13	10.09	02 46 46.9	47.817	154.96	58*	13.6	5.7	6.0	Курильские острова [32]
14	13.09	06 54 46.6	46.79	142.08	10	11.5	4.4	4.4	Южный Сахалин, Чаплановское с $I_0=6$ [49]
15	22.10	19 51 27	36.60	70.90	188*	14.4		6.1	Таджикистан [41]
16	29.10	17 44 34	36.60	70.60	213*	14.6		6.2	Таджикистан [41]
17	10.12	02 30 51.8	53.40	152.61	651*	14.8		7.3	Камчатка [32]
18	26.12	23 22 00.8	59.72	151.05	10	13.0			Северо-Восток России, Ланкучанское с $I_0^p=6-7$ [50]

Примечание. Знаком * отмечены данные ISC о глубинах h по фазе pP [3].

Ниже для большинства из них дано описание сейсмичности и сейсмотектонической обстановки в их очаговых зонах.

Сильнейшее по магнитуде ($M_S=7.6$) землетрясение произошло 15 января в 17^h49^m [42, 32]. Оно локализовано на глубине $h_{pP}=31$ км в районе глубоководного Курило-Камчатского желоба к востоку от о. Симушир. По данным ISC, его записали сейсмографы 3446 станций [3]. В населенных пунктах Курильских островов и Камчатки оно ощущалось в радиусе около 1750 км, от Корякии до Тсукуба в Японии [51], создавая на Камчатке сотрясения с интенсивностью до 4–5 баллов. Подвижка в его очаге типа взброс с небольшой сдвиговой компонентой [52], при этом более крутая ($DP=58^\circ$) нодальная плоскость $NP2$ юго-западного ($STK=208^\circ$) простирания параллельна островной дуге, а альтернативная нодальная плоскость $NP1$ имеет север–северо-западное ($STK=340^\circ$) простирание и более пологое ($DP=42^\circ$) падение. Серия из 38 афтершоков после землетрясения растянулась до ноября [32].

Сильнейшее по интенсивности сотрясений ($I_0^p=8$ баллов) Чаруодинское-III землетрясение с $M_w=5.4$ произошло в Южной Якутии 26 января [43]. Здесь ранее были зарегистрированы мощные рои землетрясений: Олдонгсинский рой с 1997 по 1999 г. [53–55] и два Чаруодинских роя в 2005 г. [56]. Многочисленные афтершоки (около 1500) зарегистрированы после 7–8-балльных землетрясений 2005 года – Чаруодинского-I и Чаруодинского-II [56]. Вероятно, здесь происходит активное деформирование восточного борта Верхнетоккинской впадины, что позволяет сделать вывод о возможном продвижении процессов рифтогенеза на восток. Новое Чаруодинское-III землетрясение 2009 г. продолжает во времени этот процесс.

В рассматриваемом районе стиль современной геодинамики и сейсмотектоники определяют активизированные на новейшем этапе развития подвижные системы – Байкальская рифтовая зона (БРЗ) и Олёкмо-Становое складчато-блоковое орогенное поднятие, представленные на рис. 3. Именно они образуют основной структурный каркас территории и контролируют распределение главных сейсмогенерирующих зон.

Наиболее сложна по строению БРЗ, которая представляет собой глубинную структуру левосдвигово-раздвигового типа мантийного заложения. Орогенное поднятие Станового хребта на этом фоне может считаться более просто устроенной сдвиго-взбросовой орогенной системой [57, 59]. Условия формирования очагов землетрясений в двух указанных подвижных системах различны.

Граница между этими тектоническими системами представляется достаточно резкой, проходящей по Олёкминской зоне трансформных разломов север–северо-западного простирания. Структурные черты БРЗ практически не прослеживаются в Олёкмо-Становой орогенной системе. Принципиально различаются также типичные фокальные механизмы очагов сильнейших сейсмических событий. Сама Олёкминская зона разломов характеризуется в основном правосторонними взбросо-сдвиговыми смещениями по отдельным нарушениям. При этом обычно опущено более западное крыло разломов.

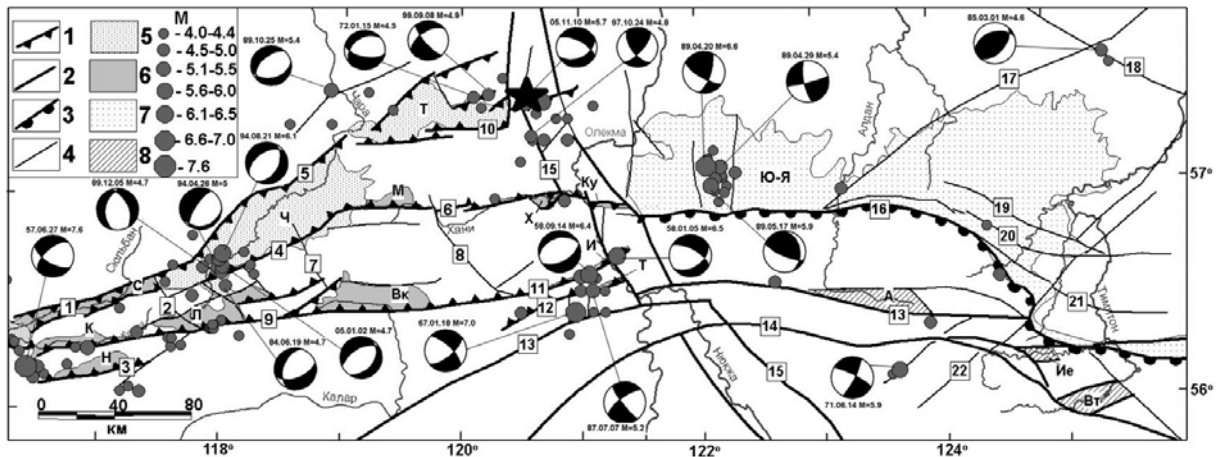


Рис. 3. Сейсмотектоническая схема района из [57]

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

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

Рифтовые впадины: С – Сьюльбанская; К – Куандинская; Н – Намаракитская; Л – Лурбунская; Ч – Чарская; Т – Токкинская; М – Муруринско-Читкандинская; Х – Ханыйская; Вк – Верхнекаларская; Ку – Кудулинская; И – Имангра-Чебаркаркасская; Т – Тас-Юряхская. Мезокайнозойские прогибы: Ю-Я – Южно-Якутский; А – Алданский; Ие – Иенгрский; Вт – Верхнетимптонский.

Показаны стереограммы механизмов очагов землетрясений в нижней полусфере по данным [58–60]. Звездочкой вверху обозначен эпицентр Чаруодинского-III землетрясения 2009 г.

Эпицентральная область Чаруодинского-III землетрясения 2009 г. как раз относится к дизъюнктивному узлу пересечения Олёкминской системы трансформных разломов (рис. 3) и ряду тектонических нарушений восток–северо-восточного простирания. Таковы разломы Токкинской системы, с севера и юга обрамляющие одноименную впадину. Наиболее сильные сейсмические толчки Чаруодинского роя 2005 и 2009 гг. оказались приуроченными к восточной части Токкинской системы разломов (10 на рис. 3). Можно признать, что сейсмические толчки, характерные для восточного окончания БРЗ, распространились в пределы зоны Олёкминского разлома и проникли в пограничную область соседней с востока Олёкмо-Становой системы. При этом восточный сегмент Токкинского разлома (рис. 3), к которому приурочены эпицентры Чаруодинских землетрясений, характеризуется опущенным юг–юго-восточным крылом. Это является аргументом для выбора в качестве действующей в очаге 2009 г. плоскость восток–северо-восточного простирания, падающую на юг под углом 39° [61]. Подвижка в очаге представляла собой сброс с небольшой левосдвиговой составляющей. Распределение эпицентров повторных толчков события 2009 г. и пунктов макросейсмических проявлений в целом не противоречит такому решению.

Далее рассмотрена сейсмотектоническая позиция и других ощутимых землетрясений, обследованных в 2009 г.

Семибалльное землетрясение зафиксировано одно. Это Текелийское-II землетрясение 13 июня с $K_p=13.8$, $MLH=5.4$ в Казахстане [47]. На рис. 4 представлены из основной статьи фотографии из г. Текели, сделанные «по горячим следам» после землетрясения.

Для этого землетрясения авторами [47] собраны исчерпывающие сейсмологические и макросейсмические данные. Механизм его очага получен по стандартной методике (МО) на основе первых вступлений объемных P -волн и по методике инверсии поверхностных волн (СМТ) [62]. Первая нодальная плоскость, ориентированная в северо-восточном направлении, круто падает на юго-восток. В этом же направлении ориентированы длинные оси изосейст высших (5–7) баллов. Вторая плоскость близвертикальная, она имеет северо-западное прости-

рание, согласующееся с простиранием Южно-Джунгарского разлома. Подвижка по первой плоскости представляет собой левосторонний сдвиг, по второй – сдвиго-взброс, с преобладанием правосторонней сдвиговой компоненты. В качестве действующей в очаге выбрана первая нодальная плоскость в силу ее хорошего соответствия макросейсмическим данным и характеру распределения гипоцентров повторных толчков. Ориентация снимаемых в очаге напряжений свидетельствует, что разрыв произошел под действием близгоризонтального, субмеридионального напряжения сжатия. Характер движения по разрыву представляет собой сдвиг по круто падающей на юго-восток плоскости северо-восточного простирания. Вся афтершоковая деятельность развивается только в юго-восточном крыле разрыва (см. рис. 4 в [47]), преимущественно на глубине $h > 10$ км. Ориентация разрыва в очаге главного толчка и положение гипоцентров афтершоков свидетельствуют о том, что в блоке между Южно- и Западно-Джунгарским разломами северо-западного простирания, по всей вероятности, существует система сейсмоактивных разломов более высокого порядка, круто падающих на юго-восток вкрест простирания хребтов северо-восточной ориентировки и проникающих в земную кору на глубину не менее 20–25 км. С одним из таких второстепенных разломов связан очаг Текелийского-II землетрясения 13 июня 2009 г. Интересно, что предыдущее Текелийское-I землетрясение 30.12.1993 г. с $K_p=15.0$, $MLH=5.4$ [63], возникшее в той же сеймотектонической обстановке, имело сходное строение очага [47].

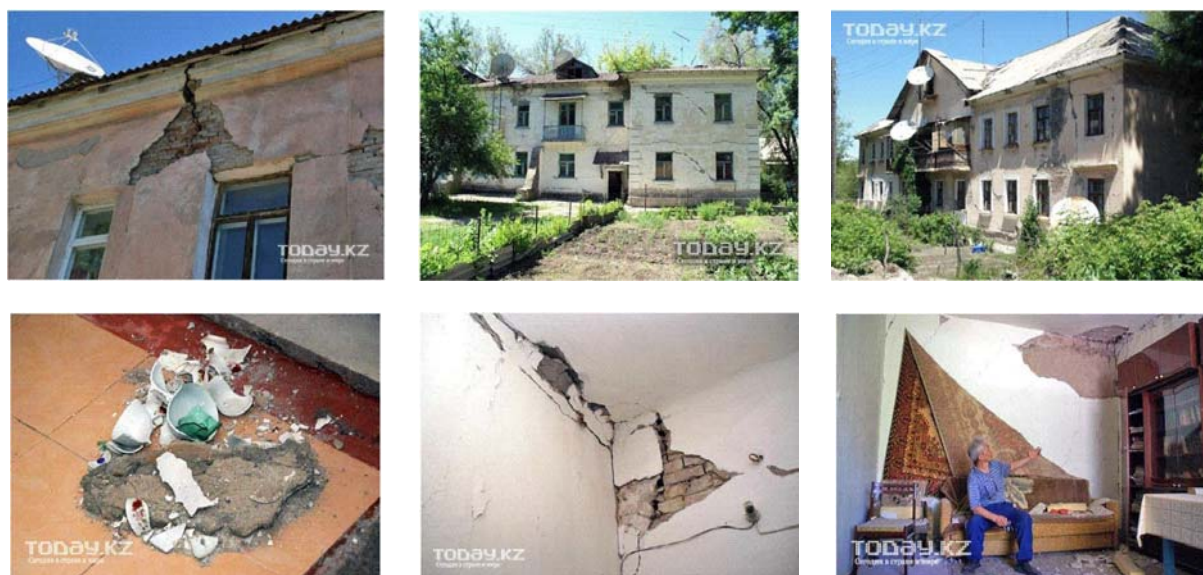


Рис. 4. Фотографии поврежденных зданий в г. Текели в результате землетрясения 13 июня
<http://www.today.kz/ru/news/kazakhstan/2009-06-16/tekeli13>

С интенсивностью 6–7 баллов проявились три землетрясения: Онийское-II – в Грузии [29], Верхнебаргузинское – на Северном Байкале [46] и Ланкучанское – на Северо-Востоке России [50].

Четкую модель очага Онийского-II землетрясения 7 сентября с $M_w=6.0$ [29] позволяют построить собранные сейсмологические и макросейсмические данные. Согласно этим материалам и решениям фокального механизма в качестве действующей в очаге принята пологая плоскость, погружающаяся в север–северо-восточном направлении. Тип подвижки по такой плоскости – надвиг с компонентами правостороннего сдвига по GСMT и левостороннего – по NC (см. основную статью). Этим очаг землетрясения 2009 г. похож на очаги Рачинского толчка 1991 г. [28] и Онийского-I [64]. Смещение в очаге можно рассматривать в качестве проявления главной тенденции горизонтальных движений Большого Кавказа – поддвигания фундамента Грузинской глыбы под антиклинорий Главного хребта и флишевый синклинорий. Эта геодинамическая модель подтверждается результатами геодезических работ методами GPS [65].

После Онийского-II землетрясения сотрудниками ИФЗ РАН были проведены исследования в Республике Южная Осетия–Алания в восточной части эпицентральной зоны [66, 67].

Собственные сейсмодислокации этого нового сейсмического события носили вторичный, сейсмогравитационный характер и были распространены на местности весьма редко. В ходе проведенных работ удалось выполнить палеосейсмологические наблюдения сейсмодислокаций, оставленных древними, доисторическими землетрясениями. Все они носили также сейсмогравитационный характер: оползни, оползни-обвалы, каменные лавины, подпрудные озера.

В ходе полевых работ изучены многочисленные древние сейсмодислокации, пространственно связанные с эпицентральной зоной Рачинского землетрясения 1991 г. Установлено, что в этом сейсмическом очаге и раньше происходили сильные сейсмические толчки. Согласно полученным данным, наиболее вероятный возраст предыдущего сильного землетрясения в Рача-Джавской зоне (т.е. до 1991 г.) – около 2000 лет назад. Еще одно, более древнее событие произошло около 6000 лет назад.

Умеренное по величине ($M_w=4.8$) Верхнебаргузинское землетрясение 10 июня с $I_0=6-7$ (Северный Байкал) представляет существенный интерес с точки зрения сеймотектоники района. Рассматривая местоположение его эпицентра, можно убедиться в том, что он приурочен к сейсмоактивному блоку, ограниченному разноориентированными разломами, скорее всего невысокого ранга (см. рис. 1 основной статьи [46]). Решение механизма очага показало сбросовые смещения по плоскостям разрывов с параметрами: для $NP1$ – простирание – 194° , падение – -105° , для $NP2$ – простирание 35° , падение – -75° . Как видно, обе нодальные плоскости имеют север-северо-восточную ориентировку, сбросовый характер смещений с небольшой сдвиговой компонентой – в первом случае левосторонней, во втором – правосторонней (см. рис. 3 основной статьи [46]). Поскольку в Байкальской рифтовой зоне и ее восточном обрамлении преобладают левосторонние сбросо-сдвиги, то в качестве действующей следует принять плоскость $NP2$. Так как для землетрясения не составлено карты изосейст, нет также карты распределения эпицентров афтершоков, такое заключение трудно подтвердить независимыми данными.

Ланкучанское землетрясение, произошедшее 26 декабря [50], было наиболее сильным ($K_r=13.0$) в Примагданье за всю историю инструментальных наблюдений с 1952 г. Названо оно по ближайшей речке Ланкучан. Максимальный макросейсмический эффект в г. Магадан достигал 6 баллов.

Эпицентры Ланкучанского землетрясения и его афтершоков располагаются в восточной части Магаданского гранитоидного батолита. Очаг главного события тяготеет к зоне пересечения Киш-Анмандыканской зоны разломов субмеридионального простирания с довольно протяженным (около 30 км) локальным линейным разломом запад-северо-западной ориентировки (Ланкучанским, см. рис. 4 основной статьи [50]).

Почти все афтершоки Ланкучанского землетрясения располагаются западнее эпицентра основного толчка, в зоне Ланкучанского локального разлома и к западу от его окончания. В июне и июле 2010 г. северо-западнее эпицентральной зоны Ланкучанского землетрясения зарегистрированы шесть событий с $K_r=6.0-9.7$ [50]. Эти события нарастили линейную область повторных толчков, простирающуюся далее к запад-северо-западу от зоны Ланкучанского разлома. С учетом этих событий длина эпицентральной зоны составила около 15 км. Согласно с положением длинной оси облака эпицентров афтершоков, простирающейся на запад-северо-запад, из двух нодальных плоскостей в качестве действующей в очаге следует, по-видимому, выбрать $NP1$, с простиранием в северо-западном ($STK_1=326^\circ$) направлении. Изосейсты высших баллов не вполне согласуются с таким выбором. Небольшое количество населенных пунктов, для которых собраны макросейсмические данные, не дает возможности использовать конфигурацию изосейст для реконструкции положения сейсмического очага.

Шестибалльное землетрясение лишь одно. Это Чаплановское землетрясение 13 сентября 2009 г. [49] на Южном Сахалине. Решение механизма очага умеренного по величине ($MLH=4.4$) Чаплановского землетрясения получено методом первых вступлений P -волн на основе записей сети локальных цифровых сейсмических станций, опорной стационарной станции «Южно-Сахалинск», а также ближайших широкополосных станций на о. Хоккайдо. Землетрясение произошло в условиях субширотного сжатия, о чем свидетельствуют механизм очага и GPS-наблюдения на юге Сахалина. Тип сейсмической подвижки – взбросо-сдвиг по близмеридиональной нодальной плоскости. Это решение подтверждается данными о макросейсмических проявлениях главного толчка: 4–6-балльные изосейсты протягиваются в север-северо-западном направлении на отрезке около 25 км. Облако эпицентров

афтершоков в плане выглядит изометричным. Отмечается группирование наиболее крупных афтершоков вдоль наклонной плоскости, падающей под углом примерно в 60° в восток–северо-восточном направлении. Это значит, что гипоцентры основных повторных толчков были приурочены к взброшенному восток–северо-восточному крылу разрыва в очаге. Однако, предыдущие сильные землетрясения, произошедшие в этом регионе, – Костромское 2004 г. [68], Горнозаводское 2006 г. [69], Невельские 2007 г. [70] – имеют рабочую нодальную плоскость, падающую на запад.

Тектоническая позиция очага Чаплановского землетрясения определяется распространением крупных разломов в юго-западной части острова. Центрально-Сахалинский и Западно-Сахалинский литосферные разломы ограничивают крупный блок земной коры длиной около 1000 км и шириной 10–50 км, продолжающийся на о. Хоккайдо. В.В. Харахинов и др. [71] предлагали отнести зоны Западно- и Центрально-Сахалинского разломов к одной дизъюнктивной системе более высокого ранга. Область самих Западно-Сахалинских гор рассечена поперечными и продольными трансорогенными разломами и также сейсмически активна, хотя землетрясения с $M \geq 5.0$ здесь на протяжении истории инструментальных наблюдений не регистрировались. Эпицентр Чаплановского землетрясения находится восточнее основных сегментов Западно-Сахалинского разлома и южнее известных выходов на поверхность Лютогского разлома. В этом районе нет закартированных разломов близмеридиональной ориентировки, однако с учетом глубины очага Чаплановское землетрясение может попасть на продолжение плоскости крупного наклонного к востоку разлома, входящего в систему сейсмогенерирующей Центрально-Сахалинской зоны Южного Сахалина.

Более слабые сотрясения были вызваны Гарнийским-II землетрясением 18 июня с $M_d=3.6$, $I_0=5-6$ баллов в Армении [48] и Симеизским землетрясением 12 апреля с $M_w=4.3$, $I_0=4$ балла – в Крыму [44].

Очаг Гарнийского-II землетрясения, по мнению авторов, приурочен к Севан-Арагатскому разлому [72]. Однако более позднее изучение активных разломов этой части Армении показало, что наиболее активным на современном уровне является Гарнийский разлом север–северо-западного простирания [73]. Поскольку этот региональный разлом по кинематике является правосторонним сдвигом, то близмеридиональное простирание длинной оси поля изосейст высших баллов этого землетрясения в целом может быть увязано с простиранием оперяющего разрыва региональной системы тектонических нарушений. К сожалению, в связи с малой магнитудой Гарнийского-II землетрясения не удалось получить решение фокального механизма и карту распределения эпицентров афтершоков. Но принадлежность очага к крупной зоне разлома, расположенной к востоку от Еревана, не вызывает сомнений.

Главный толчок четырехбалльного Симеизского землетрясения 12 апреля с $M_w=4.3$ [44] произошел у подножья континентального склона Черного моря в пределах узла пересечения основных сейсмогенерирующих структур Крымского региона: близширотного Южнобережного активного разлома и близмеридионального Симеизского разлома, способных генерировать сильные землетрясения с магнитудой $M_{\max}=7.0$. Очаг основного толчка находился на глубине $h=32$ км в низах земной коры. Решение фокального механизма очага показало, что землетрясение произошло под действием горизонтальных сил сжатия, ориентированных в близширотном направлении. Ось растяжения вертикальна. В качестве действующей в очаге выбрана плоскость близмеридионального простирания, круто погружающаяся к запад–северо-западу, что согласуется с простиранием большой оси эллипса эпицентров афтершоков. Тип подвижки в очаге по этой плоскости – взброс с небольшой компонентой правостороннего сдвига. Землетрясение 12 апреля предварялось 14 форшоками в диапазоне $K_{II}=5.8-9.9$, которые начали возникать за двое суток до главного толчка. В период с 12 апреля по 16 августа произошло 68 повторных толчков в диапазоне $K_{II}=5.4-10.2$. Эпицентры этих событий образовали овальное в плане облако, длинная ось которого ориентирована в меридиональном направлении. В целом общую сейсмофокальную зону рассматриваемой последовательности сейсмических событий можно представить в виде изометричного в сечении длинного тела толщиной примерно 15 км и длиной около 25 км, погружающегося с юга на север под углом около 40° от дневной поверхности [44].

В тектоническом отношении Горный Крым представляет собой сложно устроенное складчато-надвиговое сооружение. Согласно наиболее распространенной модели, показанной на рис. 5, геологическое строение Горного Крыма определяется надвигами преимущественно

северного падения, сопровождаемыми складками и хаотическими комплексами. Предгорный коллизионный шов представлен падающей на север зоной сланцев, милонитов и бластомилонитов, с шириной выхода под чехлом в 2–6 км [74]. От него ответвляются более пологие надвижки, изученные в Горном Крыму. Время формирования покровно-складчатых структур – с ранней юры до раннего мела включительно. Смещения кайнозойского чехла выявляются по геофизическим данным у южного подножия Горного Крыма, в акватории Чёрного моря, где они приурочены к континентальному склону. Вероятнее всего, что именно с такой, погружающейся к северу зоной надвига глубокого заложения был связан очаг Симеизского землетрясения 2009 г.

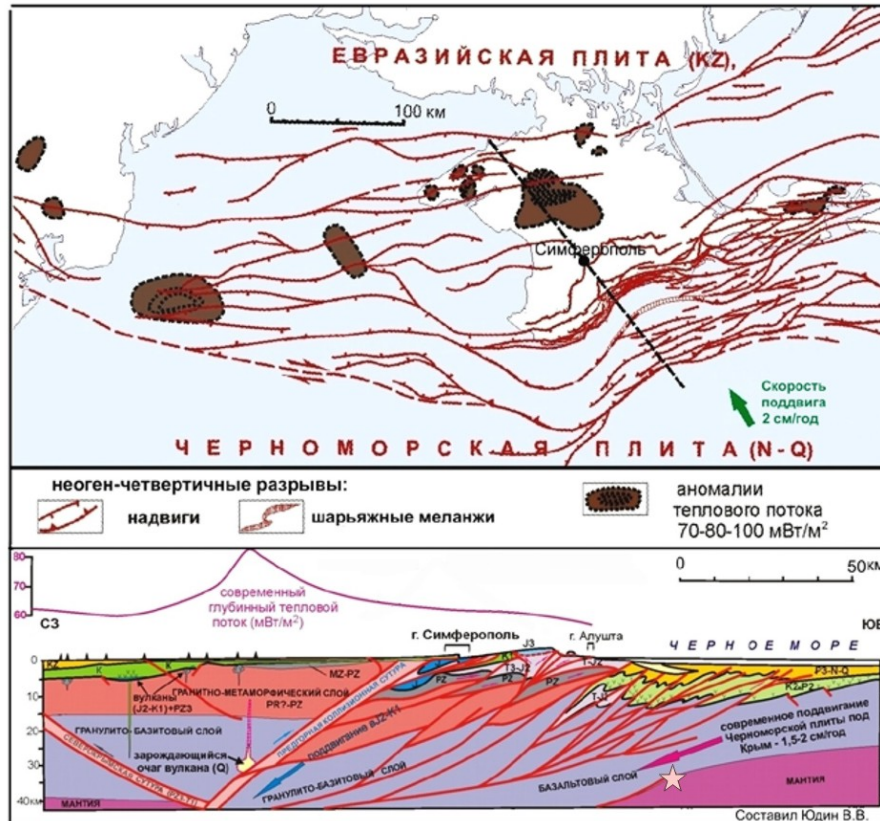


Рис. 5. Модель тектонического строения Крыма [74]

Звездой внизу обозначено примерное положение гипоцентра Симеизского землетрясения 2009 г.

Кроме описанных выше ощутимых землетрясений, в настоящем Сборнике имеется информация о многих не обследованных ощутимых землетрясениях, проявившихся в небольшом числе населенных пунктов. Всего в 2009 г. во всей Северной Евразии отмечено 303 ощутимых землетрясения [6], о которых поступило 1216 сообщений из 473 населенных пунктов [7]. Некоторые населенные пункты в течение года испытывали несколько сотрясений.

Сейсмичность в регионах и территориях Северной Евразии. Ниже кратко описаны сейсмические процессы в 2009 г. в регионах и территориях в аспекте сопоставления с предшествующим временем.

В регионе Карпаты (I) каталог землетрясений за 2009 г. [4] создан совместно сейсмологами Украины и Молдовы [75]. Общее число зарегистрированных в регионе землетрясений за 2009 г., равное $N_{\Sigma}=109$ с суммарной энергией $\Sigma E=2.08 \cdot 10^{13}$ Дж, превысило уровень сейсмичности в 2008 г. в 1.4 раза по числу землетрясений (109 вместо 75) и более чем на порядок по энергии ($2.08 \cdot 10^{13}$ Дж вместо $9.14 \cdot 10^{11}$ Дж), т.е. отмеченный в 2008 г. рост сейсмической активности сохранился и в 2009 г. [75]. Основной вклад в возросшую энергию дало сильное ($K_p=13.3$) заглубленное ($h=112$ км) землетрясение 25 апреля из зоны Вранча, описанное в отдельной статье наст. сб. [45]. Оно ощущалось на юго-западе Молдовы с интенсивностью до 4 баллов [76].

В Крыму (II) сейсмический процесс в 2009 г. почти целиком обусловлен одним главным толчком – Симеизским землетрясением 12 апреля [44], которое предварялось форшоками и

сопровождалось афтершоками (всего 83 события [77]). По сравнению с уровнем сейсмичности в 2008 г., суммарное число землетрясений за год возросло в 2.6 раз (с 61 до 161). Это максимальное число землетрясений за период с 1990 г. [78].

Успехом сейсмологов Крыма в 2009 г. явилось оправдание заявленного в 2008 г. среднесрочного прогноза этого землетрясения на заседании Крымского экспертного совета (КЭС) по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений и практически точное предсказание места его очаговой зоны.

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

В Азербайджане число землетрясений возросло почти в 2 раза (с 504 в 2008 г. до 959 в 2009 г.), что явилось результатом повышения чувствительности сейсмической сети (открыты четыре новые цифровые станции). Поскольку рост числа зарегистрированных землетрясений произошел за счет слабых событий невысокой энергии, то суммарная энергия при этом даже уменьшилась более чем в три раза (с $3.39 \cdot 10^{12}$ Дж в 2008 г. до $1.01 \cdot 10^{12}$ Дж в 2009 г.), т.е. энергетически сейсмический процесс на территории Азербайджана был на более низком уровне, чем в 2008 г.

В Армении число событий уменьшилось в 2.3 раза (с 880 в 2008 г. до 385 в 2009 г.). Основная причина – в чрезвычайной засоренности каталога 2008 г. взрывами при строительстве ирано-армянского газопровода Тебриз–Мегри, завершившегося в конце 2008 г., а также взрывными работами в грузинском карьере Казрети, вблизи границы с Арменией [79]. Суммарное число ощутимых в 2009 г. землетрясений равно 11, одно из которых, описанное выше – Гарнийское-II [48], было обследовано и составлена карта изосейст.

На Северном Кавказе в основном происходило затухание активности в очаговой зоне 7–8-балльного Курчалойского землетрясения 11.10.2008 г. [80] на территории Чеченской Республики (по числу землетрясений – с 1137 до 301, по суммарной энергии – с $3.79 \cdot 10^{14}$ Дж до $8.27 \cdot 10^{11}$ Дж). Но в целом на Северном Кавказе из-за сильного Онийского-II землетрясения уровень сейсмичности почти не изменился (в 2008 г. $N_{\Sigma}=1937$, $\Sigma E=3.51 \cdot 10^{14}$ Дж; в 2009 г. – $N_{\Sigma}=2214$, $\Sigma E=1.64 \cdot 10^{14}$ Дж) [25, 81].

В регионе Копетдаг (IV) наблюдаемое пять лет подряд снижение уровня высвобожденной энергии (в 2004 г. $\Sigma E=132.3 \cdot 10^{12}$ Дж, в 2005 г. – $\Sigma E=26.9 \cdot 10^{12}$ Дж, в 2006 г. – $\Sigma E=17.8 \cdot 10^{12}$ Дж, в 2007 г. – $\Sigma E=8.3 \cdot 10^{12}$ Дж, в 2008 г. – $\Sigma E=6.77 \cdot 10^{12}$ Дж [27]) прекратилось. Произошло незначительное увеличение суммарной энергии до $7.67 \cdot 10^{12}$ Дж [82], что, возможно, связано с произошедшим 2 июня землетрясением северо-восточнее г. Туркменбаши (бывший Красноводск) с $K_p=12.7$. Это землетрясение оказалось самым крупным на территории Копетдагского региона в 2009 г. [83]. Вместе с тем общее число зарегистрированных землетрясений уменьшилось с 549 в 2008 г. до 469 в 2009 г.

В регионе Средняя Азия и Казахстан (V) традиционно рассматриваются три территории – Центральная Азия, Таджикистан и Казахстан, которые значительно перекрываются. Первые две присылают в редакцию только более сильные землетрясения с $K_p \geq 8.6$, 605 и 4260, соответственно, третья – с $K_p \geq 6.6$, 599 землетрясений. На уровне $K_p \geq 8.6$ у Центральной Азии с Казахстаном имеется 120 общих эпицентров из 605 зарегистрированных [84, 85].

В Центральной Азии в 2009 г. после 8-балльного разрушительного землетрясения Нура 05.10.2008 г. замечен процесс затухания сейсмической активности как по числу землетрясений (с 911 до 586), так и в еще большей степени по суммарной энергии (с $1.05 \cdot 10^{16}$ Дж до $2.55 \cdot 10^{14}$ Дж) [86, 87]. Однако, рассматривая сейсмический процесс в регионе в целом, можно отметить, что в 2009 г. основные эпицентрально-зональные и их конфигурация сохранились и в целом совпадают с их распределением за предыдущие годы.

В Таджикистане в каталоге за 2009 г. представлено $N_{\Sigma}=4260$ землетрясений с $K_p=8.6-15.0$, из них 929 коровых с ($h < 70$ км) и 3329 глубоких с ($h \geq 70$ км) [41, 88], что значительно ниже аналогичных значений (1726 и 4028) в 2008 г. [89]. Максимальным явилось глубокое землетрясение 3 января с $K_p=15.0$, $M_w=6.6$. Оно ощущалось в г. Душанбе (275 км) с интенсивностью 5 баллов, в Нуреке (240 км) и Джерино (295 км) – 4–5 баллов, в Гарме (285 км) и Сарбанде (165 км) – 4 балла [90]. Для 74 землетрясений собраны из разных источников решения механизмов очагов [91].

В пределах **Казахстана** в 2009 г. самым ярким событием явилось описанное выше семибалльное Текелийское-II землетрясение 13 июня на юго-западной окраине хребтов Джунгарский Алатау [47], что, по-видимому, определило более высокий уровень суммарной энергии в 2009 г. $\Sigma E=7.73 \cdot 10^{13}$ Дж [92], по сравнению с 2008 г. с $\Sigma E=8.77 \cdot 10^{12}$ Дж [93].

В регионе Алтай и Саяны (VI) отмеченный в 2008 г. рост числа землетрясений, и особенно сейсмической энергии, прекратился. Уровень сейсмической энергии снизился как по числу землетрясений (с 1839 до 945), так и по суммарной энергии (с $1.08 \cdot 10^{15}$ Дж до $4.32 \cdot 10^{13}$ Дж) [19, 94]. Наибольшая плотность эпицентров наблюдалась в пределах очаговых зон двух крупнейших землетрясений прошлых лет: сильного Чуйского землетрясения 27.03.2003 г. в Горном Алтае и Бусингольского 27.12.1991 г. в зоне влияния меридионального участка Сангиленского разлома, на востоке региона. Однако максимальное в 2009 г. землетрясение 4 августа с $K_p=13.6$, $M_w=5.3$ приурочено не к меридиональному, а к широтному участку Сангиленского разлома и в его очаге по данным GСMT [95] произошла сбросовая подвижка, совершенно не характерная для этой территории.

В регионе Прибайкалье и Забайкалье (VII) в 2009 г. зарегистрировано, согласно [96], всего 6552 сейсмических событий с $K_p \geq 6$, из них более 90 % локализованы в Байкальской рифтовой зоне. Наблюдавшийся в течение трех лет рост сейсмической активности Байкала по числу землетрясений и по энергии (в 2006 г. – $N_\Sigma=8025$, $\Sigma E=1.13 \cdot 10^{14}$ Дж; в 2007 г. – $N_\Sigma=8527$, $\Sigma E=2.25 \cdot 10^{14}$ Дж; в 2008 г. – $N_\Sigma=9098$, $\Sigma E=8.17 \cdot 10^{15}$ Дж [27]) сменился в 2009 г. ее спадом до $N_\Sigma=6552$ и до $\Sigma E=2.12 \cdot 10^{13}$ Дж [96]. Наиболее сильным сейсмическим событием в 2009 г. в регионе стало описанное выше Верхнебаргузинское землетрясение 10 июня, локализованное на юго-восточных склонах Баргузинского хребта (Северное Прибайкалье). Механизмы очагов землетрясений определены для 32 событий с $K_p=9.6-13.2$ [97].

В Приамурье и Приморье (VIII) в 2009 г. локализованы 991 сейсмическое событие, из них 563 коровых ($h=5-29$ км) землетрясений, 14 – глубокофокусных с $h=240-572$ км, 414 событий отнесены к категории «возможно взрыв» [31]. Наиболее сильное ($MLH=5.4$), коровое землетрясение произошло 13 апреля в Турано-Буреинском районе в верховьях р. Селемджи [98]. Самое сильное ($MPVA=6.5$) глубокофокусное землетрясение произошло 24 декабря в Японском море, юго-восточнее г. Владивосток. В его очаге выделилась энергия, равная $\Sigma E=1.98 \cdot 10^{14}$ Дж, тогда как во всем регионе эта величина равна $\Sigma E=2.66 \cdot 10^{14}$ Дж. Для 5 землетрясений определены параметры механизмов очагов [99].

В регионе Сахалин (IX) в 2009 г. зарегистрированы 180 землетрясений (167 мелкофокусных ($h \leq 33$ км), 13 глубокофокусных ($h=273-530$ км) [100]). В 2009 г. продолжился спад сейсмичности после серии сильных Невельских землетрясений 2007 г. [70]. Наиболее сильным было описанное выше Чаплановское землетрясение 13 сентября. Максимальный макросейсмический эффект $I=6$ баллов, наблюдавшийся в пос. Чапланово ($\Delta=13$ км), оказался аномально высоким для землетрясения с небольшой магнитудой ($MLH=4.4$) и с $h=10$ км [49]. Для семи землетрясений – одного корового и шести глубоких – определены механизмы очагов [101].

В Курило-Охотском регионе (X) в 2009 г. продолжалась сейсмическая активность в очагах сильнейших Симуширских землетрясений 2006 и 2007 годов, где 15 января произошло описанное выше сильнейшее ($MS=7.6$) землетрясение года. Оно ощущалось в 29 населенных пунктах Камчатки и Курильских островов [102]. Глубокофокусная ($h > 80$ км) сейсмическая активность испытала спад: число землетрясений с $M \geq 4.5$ в 1.6 раза ниже среднего значения за 2001–2008 гг. [103]. Ощутимы были 69 землетрясений с максимальной интенсивностью $I=4$ балла, которая низка для региона. Механизмы очагов определены для 53 землетрясений [52].

В регионе Камчатка и Командорские острова (XI) в 2009 г. локализовано 5618 землетрясений с $K_S=3.7-15.8$ [24], из них 927 с $K_S \geq 8.6$ помещены в каталог [32]. Суммарная сейсмическая энергия составила $\Sigma E=9.14 \cdot 10^{15}$ Дж. Это на порядок выше ее среднегодового значения ($\Sigma E_{cp}=9.1 \cdot 10^{14}$ Дж) за 1962–2007 гг. В целом на Камчатке и Командорских островах наблюдался обычный сейсмический режим. По шкале «СОУС'09» в пределах зоны ответственности зафиксирован фоновый повышенный уровень сейсмичности. Ни в одной из зон не наблюдалось заметного усиления активности. Механизмы очагов, определенные для 47 землетрясений с $K_S \geq 11.6$, отражают движение Тихоокеанской плиты под Охотоморскую [104].

В регионе Северо-Восток России (XII) с 2005 г. наблюдается рост числа землетрясений (2005, 2006, 2007, 2008 гг. – $N_{\Sigma}=91, 101, 132, 215$), продолжившийся и в 2009 г. – $N_{\Sigma}=297$ [23]. 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. Традиционно подавляющая часть землетрясений 2009 г. возникла в районе Колымы – 240 из 297 [23]. Однако самое сильное ($K_p=13.3$) землетрясение произошло 21 апреля на территории Западной Чукотки, в его очаге выделилась энергия, равная $\Sigma E=199.5 \cdot 10^{11}$ Дж, что составляет почти 60% от общего ее значения в границах региона. Следует отметить также описанное выше Ланкучанское землетрясение 26 декабря с $K_p=13.0$ в Примагаданье [50]. Максимальный макросейсмический эффект в г. Магадан достигал 6 баллов [105].

В регионе Якутия (XIII) в 2009 г., так же как и в предыдущие годы, одной из активных была Олэкма-Становая тектоническая зона, в которой возникло 26 января описанное выше Чароудинское-III землетрясение с $K_p=13.7$, $M_w=5.4$ [43]. Суммарная сейсмическая энергия в регионе за 2009 г. ($\Sigma E=5.60 \cdot 10^{13}$ Дж) [106]) почти на два порядка ниже ее величины в 2008 г. ($4.02 \cdot 10^{15}$ Дж) [107]). В целом пространственное распределение эпицентров землетрясений Якутии в 2009 г. вновь подтвердило наличие двух активных сейсмических зон (Черского – на северо-востоке) и (Олэкмо-Становой – на юге), являющихся составными частями более крупных образований – Арктико-Азиатского и Байкало-Станового сейсмических поясов. Последние в свою очередь представляют границы литосферных плит (Североамериканской, Евразийской, Охотоморской и Амурской), взаимодействующих на северо-востоке Азиатского континента.

По региону Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь (XIV) приведены сведения о сейсмичности трех его территорий: Баренц-Евро/Арктического района (прежде называвшегося Восточная часть Балтийского Щита), Беларуси и Урала.

На территории **Баренц-Евро/Арктического района**, точнее на его материковой части, зарегистрировано 2896 региональных сейсмических событий, из которых лишь 34 были идентифицированы как тектонические землетрясения, остальные – взрывы [35]. В другой части района – на архипелаге Шпицберген и прилегающих акваторий – в 2009 г. произошло 296 землетрясений с магнитудой ML от 2 до 5. В каталоге [36] представлены 77 более сильных событий с $ML \geq 3.0$. Землетрясения с $ML > 4$ происходили в районе спрединга океанического дна (Шпицбергенская зона разломов (ШЗР), впадина Моллой, хребты Книповича и Мона) и на континентальной окраине в районе залива Стур-фьорд [35].

В **Беларуси** в течение 2009 г. сейсмичность проявилась, как и ранее, в южной ее части, в Солигорском горно-промышленном районе. Выделившаяся сейсмическая энергия составила $7.96 \cdot 10^8$ Дж, что почти в два раза больше соответствующей величины ($4.28 \cdot 10^8$ Дж) в 2008 г. [37, 108]. При этом число землетрясений почти не изменилось. В тектоническом плане основная часть событий приурочена к зоне сочленения северо-западной части Припятского прогиба и Белорусской антеклизы.

На **Урале** в 2009 г. региональной сетью было зафиксировано 165 взрывов, 13 горно-тектонических ударов и лишь одно тектоническое землетрясение 20 октября с $ML=3.0$ на территории соседней, Кировской, области [39].

В Арктическом бассейне (XV), согласно каталога, составленного по данным Международного сейсмологического центра [3], зарегистрировано 39 землетрясений, что почти в два раза меньше, чем в 2008 г. [5]. Картина распределения эпицентров в 2009 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.

Закключение. 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, исследования геолого-геофизических условий сейсмической активности регионов, включая механизмы очагов сильных землетрясений и их макросейсмические последствия. Представленный материал дает полную картину хода сейсмического процесса на всей территории Северной Евразии в 2009 году, который протекал сравнительно спокойно, без катастроф. Разрушения принесло только Текелийское-II землетрясение 13 июня в юго-восточном Казахстане.

Среди характерных проявлений сейсмичности в 2009 г. отметим стабильность процессов в ряде очаговых зон, проявившуюся в дублировании очаговых зон прошлых лет и нынешних. Так Чаруодинское-III землетрясение 2009 г. возникло в очаговой зоне Чаруодинского-I и Чаруодинского-II землетрясений через четыре года. Текелийское-II землетрясение 2009 г. повторило через 16 лет по магнитуде, месту возникновения, интенсивности сотрясений, объему афтершоков и их поведению во времени, типу подвижек в обоих очагах Текелийское-I. Онийское-II землетрясение 2009 г. случилось в очаге Онийского-I землетрясения 2006 г. и недалеко от очага сильнейшего в этой зоне Северного Кавказа за последние десятилетия Рачинского землетрясения 1991 г. Результаты палеоисследований в последней очаговой зоне выявили следы сильнейших землетрясений на протяжении тысячелетий с повторяемостью около 2000 лет. Все эти результаты дают важный дополнительный материал для работ по сейсмическому районированию сейсмоактивных территорий.

В 2009 г. зафиксировано продолжение распространения рифтогенеза из зоны Байкала на северо-восток. Эти процессы, отмеченные в 1997–1999 гг. после Олдогсинского роя, продолжились рядом Чаруодинских землетрясений и их афтершоков в 2005 г., и нашли свое отражение в Чаруодинском-III толчке 26 января 2009 г. с его многочисленными афтершоками.

Несомненным успехом сейсмических исследований в 2009 г. является оправдавшийся прогноз сравнительно небольшого по энергии ($K_{II}=11.2$) Симеизского землетрясения в Чёрном море, у южных берегов Крыма. Этот среднесрочный прогноз был заявлен в 2008 г. на заседании Крымского экспертного совета по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений (протокол № 5 от 19 августа). Эпицентр землетрясения хорошо совпал с оконтуренной областью прогнозируемого толчка. Четко прослежено прогностическое явление – стягивание относительно слабых толчков к месту будущего более крупного землетрясения.

Л и т е р а т у р а

1. **Введение** // См. наст. сб.
2. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2009 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2009–2010. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2009/.
3. **International Seismological Centre. On-Line Bulletin** // International Seismological Centre [сайт]. [2012]. – 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. **Аветисов Г.П., Жолондз А.С.** Арктический бассейн. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
6. **Левина В.И., Михайлова Р.С. (сост.)**. Список всех сейсмических станций Северной Евразии за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
7. **Левина В.И. (сост.)**. Список всех ощутимых землетрясений Северной Евразии за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
8. **Мехрюшев Д.Ю., Янков А.Ю., Погода Э.В., Даниялов М.Г., Габсатарова И.П., Пойгина С.Г. (сост.)**. Сейсмические станции ГС РАН, работавшие на территории Северного Кавказа в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
9. **Верхоланцев Ф.Г. (сост.)**. Сейсмические станции Уральской сети в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
10. **Сарыева Г.Ч. (ИС АНТ), Петрова Н.В. (ГС РАН), Безменова Л.В. (ИС АНТ) (сост.)**. Сейсмические станции Копетдага и их параметры в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
11. **Михайлов В.И. (сост.)**. Сейсмические станции Курило-Охотского региона в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

12. **Чебров В.Н., Матвеев Е.А., Шевченко Ю.В., Ящук В.В., Музуров Е.Л. (сост.).** Сейсмические станции сети Камчатки и Командорских островов в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
13. **Джанузаков К.Д., Муралиев А.М. (отв. сост.).** Сейсмические станции Института сейсмологии АН Республики Кыргызстан в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
14. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Ацута О.Н., Аронов В.А. (сост.).** Сейсмические станции Беларуси в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
15. **Илиеш И.И. (сост.).** Сейсмические станции сети Молдовы в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
16. **Баранов С.В., Петров С.И. (сост.).** Сейсмические станции Кольского филиала ГС РАН работавшие на территории Баренц-Евро/Арктического района в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
17. **Михайлов В.И. (сост.).** Сейсмические станции Приамурья и Приморья в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
18. **Михайлов В.И. (сост.).** Сейсмические станции Сахалина в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
19. **Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Еманов А.А., Фатеев А.В., Филина А.Г.** Алтай и Саяны. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
20. **Еманов А.А., Лескова Е.В., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Колесников Ю.И., Корабельщиков Д.Г., Демидова А.А., Ворона У.И.** Наблюдения временными сетями: Эксперимент с временной сетью станций в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 27.09.2003 г., $M_S=7.3$ (Алтай) // Землетрясения России в 2009 году. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 89–92.
21. **Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Шевкунова Е.В., Манушина О.А., Демидова А.А., Ворона У.И., Смоглюк А.С.** Наблюдения временными сетями: Экспериментальные исследования триггерных эффектов в развитии наведенной сейсмичности в Кузбассе // Землетрясения России в 2009 году. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 92–102.
22. **Паршина И.А.** Каталог юга о. Сахалин // Землетрясения России в 2009 году. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – На CD.
23. **Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Карпенко Л.И., Седов Б.М.** Северо-Восток России. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
24. **Чебров В.Н., Чеброва А.Ю., Матвеев Е.А., Ландер А.В., Митюшкина С.В., Иванова Е.И., Гусева Е.М., Салтыков В.А., Кугаенко Ю.А., Воропаев П.В.** Камчатка и Командорские острова. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
25. **Габсатарова И.П., Артёмова Е.В., Головкова Л.В.** Северный Кавказ. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
26. **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.
27. **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.
28. **Арефьев С.С., Плетнев К.Г., Татевосян Р.Э. и др.** Рачинское землетрясение 1991 г.: результаты полевых сейсмологических наблюдений // Физика Земли. – 1993. – № 3. – М.: Академкнига, 2003. – С. 12–23.
29. **Габсатарова И.П.** Онийское-II землетрясение 7 сентября 2009 г. с $K_p=14.2$, $M_s=5.8$ (Грузия). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
30. **Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Асманов О.А., Девяткина Л.В. (отв. сост.), Абдуллаева А.Р., Александрова Л.И., Амиров С.Р., Гамидова А.М., Иванова Л.Е., Калоева И.Ю., Киселёва О.А., Лещук Н.М., Малянова Л.С., Морозова Я.Н., Мусалаева З.А., Петросян Э.Н., Сагательова Е.Ю., Селиванова Е.А., Цирихова Г.В. (сост.).** Каталог землетрясений и взрывов Северного Кавказа за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
31. **Коваленко Н.С. (отв. сост.), Федоркова Г.В., Донова Т.Я., Гладырь Ж.В. (сост.).** Каталог землетрясений и взрывов Приамурья и Приморья за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
32. **Чеброва А.Ю., Шевченко Н.А. (отв. сост.), Матвеев Е.А., Митюшкина С.В., Пархоменко С.А., Пилипенко Л.В., Раевская А.А. (сост.).** Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

33. Алёшина Е.И., Комарова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
34. Баранов С.В., Петров С.И. Баренц-Евро/Арктический регион // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 224–230.
35. Баранов С.В., Петров С.И. Баренц-Евро/Арктический район. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
36. Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. (отв. сост.). Каталог землетрясений Баренц-Евро/Арктического района в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
37. Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Ацута О.Н., Аронов В.А. Беларусь. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
38. Аронова Т.И. (отв. сост.). Ацута О.Н., Аронов В.А. (сост.). Каталог землетрясений Беларуси за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
39. Маловичко А.А., Дягилев Р.А., Верхованцева Т.В., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В. Урал. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
40. Блинова Т.С. Прогноз геодинамически неустойчивых зон. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 163 с.
41. 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., Артёмова Е.В. (сост.). Каталог землетрясений Таджикистана за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
42. Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.), Пиневич М.В., Швидская С.В. (сост.). Каталог землетрясений Курило-Охотского региона за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
43. Козьмин Б.М., Шибаев С.В., Петров А.Ф., Тимиршин К.В. Чаруодинское-III землетрясение 26 января 2009 г. с $K_p=13.7$, $M_w=5.4$, $I_0^P=8$ (Южная Якутия). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
44. Пустовитенко Б.Г., Пустовитенко А.А. Симеизское землетрясение 12 апреля 2009 г. с $K_{II}=11.2$, $M_w=4.3$, $I_0=4$ (Крым). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
45. Илиеш И.И., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В. Ощутимое в Молдове землетрясение 25 апреля 2009 г. с $M_w=5.2$ (район Вранча, Румыния-Молдова). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
46. Гилёва Н.А., Середкина А.И., Мельникова В.И., Радзиминович Я.Б. Верхнебаргузинское землетрясение 10 июня 2009 г. с $K_p=13.2$, $M_w=4.8$, $I_0=6-7$ (Северный Байкал). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
47. Михайлова Н.Н., Полешко Н.Н. Текелийское-II землетрясение 13 июня 2009 г. с $K_p=13.8$, $MLH=5.4$, $I_0=7$ (Казахстан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
48. Саргсян Г.В., Мхитарян К.А., Мугнечян Э.А., Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С. Гарнийское-II землетрясение 18 июня 2009 г. с $K_p=10.8$, $M_d=3.6$, $I_0=5-6$ (Армения). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
49. Сафонов Д.А., Фокина Т.А. Чаплановское землетрясение 13 сентября 2009 г. с $MLH=4.4$, $I_0=6$ (Сахалин). (См. раздел (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
50. Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Иванова Е.И., Карпенко Л.И., Седов Б.М. Ланкучанское землетрясение 26 декабря 2009 г. с $K_p=13.0$, $MPSP=4.5$, $I_0^P=6-7$ (Северо-Восток). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
51. Митюшкина С.В. (отв. сост.), Раевская А.А. (сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Камчатки и Командорских островов в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
52. Сафонов Д.А. (отв. сост.), Гладырь Ж.В. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
53. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 151–155.
54. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. – С. 173–177.
55. Козьмин Б.М. Якутия // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 181–189.

56. Шибяев С.В., Петров А.Ф., Козьмин Б.М., Имаева Л.П., Мельникова В.И., Радзиминович Н.А., Тимиршин К.В., Петрова В.Е., Гилёва Н.А., Пересыпкин Д.М. Чаруодинский рой землетрясений 2005 года и его ощутимые Чаруодинское-I 10 ноября в $19^{\text{h}}29^{\text{m}}$ с $K_p=15.7$, $M_w=5.8$, $I_0=8$ и Чаруодинское-II 11 декабря в $15^{\text{h}}54^{\text{m}}$ с $K_p=14.8$, $M_w=5.7$, $I_0=7$ (Южная Якутия) // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 404–418.
57. Овсяченко А.Н., Трофименко С.В., Мараханов А.В., Карасев П.С., Рогожин Е.А. Сейсмотектоника переходной области от Байкальской рифтовой зоны к орогенному поднятию Станового хребта // Геотектоника. – 2010. – № 1. – С. 29–51.
58. Солоненко А.В., Солоненко Н.В., Мельникова В.И. и др. Напряжения и подвижки в очагах землетрясений Сибири и Монголии // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. – М.: ОИФЗ РАН, 1993. – Вып. 1. – С. 113–122.
59. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмотектоника Якутии. – М.: Геос, 2000. – 227 с.
60. Ключевский А.В., Демьянович В.М. Напряженно-деформированное состояние литосферы северо-восточного фланга Байкальского региона по данным о сейсмических моментах землетрясений // Вулканология и сейсмология. – 2006. – № 2. – С. 65–78.
61. Козьмин Б.М. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Якутии за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
62. Полешко Н.Н. (СОМЭ МОН РК) (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Казахстана за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
63. Неверова Н.П. (отв. сост.), Ахметова Р.А., Климова Т.Ю., Полешко Н.Н., Проскурина Л.П., Умурзакова Р.А., Шипулина С.А. Северный Тянь-Шань // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. – М.: ГС РАН, 1999. – С. 175–182.
64. Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Селиванова Е.А. Онийское-I землетрясение 6 февраля 2006 г. с $MS=5.0$, $I_0^p=6$ (Грузия) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. – 308–313.
65. Милоков В. К., Миронов А. П., Рогожин Е. А., Стеблов Г. М. Оценки скоростей современных движений Северного Кавказа по GPS наблюдениям // Геотектоника. – 2015. – № 3. – С. 56–65.
66. Овсяченко А.Н., Новиков С.С., Ларьков А.С., Мараханов А.В. Особенности сейсмотектоники и древние землетрясения Южной Осетии (часть 1) // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. – 2011. – 12. – № 3. – С. 55–68.
67. Овсяченко А.Н., Новиков С.С., Ларьков А.С., Мараханов А.В. Особенности сейсмотектоники и древние землетрясения Южной Осетии (часть 2) // Вестник Владикавказского научного центра РАН и РСО-А. – 2011. – 12. – № 4. – С. 57–63.
68. Нагорных Т.В., Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Рудик М.И. Костромское землетрясение 30 мая 2004 года с $MLH=4.8$, $I_0=5-6$ (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 303–313.
69. Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Горнозаводское землетрясение 17 августа 2006 г. с $MLH=5.9$, $K_c=12.0$, $I_0=7$ (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 367–374.
70. 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.
71. Харахинов В.В., Гальцев-Безюк С.Д., Терещенко А.А. Разломы Сахалина // Тихоокеанская геология. – 1984. – № 2. – С. 77–86.
72. Пирузян С.А. Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района. – Ереван: Айастан, 1969. – 92 с.
73. Avagyan Ara, Sosson Marc, Karakhanian Arkadi, Philip Hervé, Rebai Samira, Rolland Yann, Rafael Melkonyan and Vahan Davtyan. Recent tectonic stress evolution in the Lesser Caucasus and adjacent regions // Geological Society, London, Special Publications. – 2010. – 340. – P. 393–408.
74. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. – Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. – 336 с.
75. Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Вербицкий Ю.Т., Илиеш И.И., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В. Карпаты. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).

76. Илиеш И.И., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В., Артёмов Е.В. (сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Карпат в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
77. Козиненко Н.М., Свидлова В.А., Сыкчина З.Н. (отв. сост.). Каталог землетрясений Крыма за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
78. Свидлова В.А., Пасынков Г.Д. Крым. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
79. Артёмов Е.В., Михайлова Р.С. Возможные взрывы в каталоге землетрясений Республики Армения за 2006–2008 гг. // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы. Республика Армения, 8–12 сентября 2014 г. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 49–53.
80. 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.
81. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Головкова Л.В. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 95–110.
82. Безменова Л.В., Петрова Н.В., Сарыева Г.Ч. Копетдаг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
83. Сарыева Г.Ч. (отв. сост.), Тачов Б., Клочков А.В., Халлаева А.Т., Дурасова И.А., Эсенова А., Мустафаев Н.С. (ИС АНТ), Петрова Н.В., Артёмов Е.В. (ГС РАН). Каталог землетрясений Копетдага за 2008 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – (На CD).
84. Джанузаков К.Д. (отв. сост. по региону), Шукурова Р.Б. (сост. по региону), Соколова Н.П. (Кыргызстан), Калмыкова Н.А. (Казахстан), Холикова М.А. (Узбекистан); Сопиева К.Б., Шипулина С.А., Умурзакова Р.А., Проскурина Л.П., Ульянина И.А., Каймачникова Н.И., Гайшук Л.Н., Тулегенова М.К., Джахимова Д., Артёмов Е.В. (сост.). Каталог землетрясений Центральной Азии за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
85. Неверова Н.П. (СОМЭ МОН РК), Михайлова Н.Н. (РГП ИГИ КАЭ МЭ РК) (отв. сост.), Проскурина Л.П., Бектурганова Б.Б., Проскурина А.В., Далебаева Ж., Досайбекова С.К. (от СОМЭ МОН РК); Мукамбаев А.С. (РПГ ИГИ КАЭ МЭ РК) (сост.). Каталог землетрясений Казахстана за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
86. 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.
87. Джанузаков К.Д., Муралиев А.М., Шукурова Р.Б., Калмыкова Н.А., Холикова М.А. Центральная Азия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
88. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И. Таджикистан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
89. Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И., Хусейнова Г.А. Таджикистан // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 128–141.
90. Улубиева Т.Р., Артёмов Е.В., Пойгина С.Г. (отв. сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений Таджикистана в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
91. Артёмов Е.В., Левина В.И., Михайлова Р.С. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
92. Неверова Н.П., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Казахстан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
93. Неверова Н.П., Калмыкова Н.А., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н., Полешко Н.Н. Казахстан // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 142–147.
94. 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.
95. Global CMT – URL: <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>.
96. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К. Прибайкалье и Забайкалье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
97. 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 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

98. **Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А.** Приамурье и Приморье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
99. **Сафонов Д.А. (отв. сост.), Гладырь Ж.В., Коваленко Н.С. (сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
100. **Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Кислицына И.П., Михайлов В.И.** Сахалин. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
101. **Гладырь Ж.В. (отв. сост.), Сафонов Д.А. (сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
102. **Фокина Т.А., Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.)** Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Курило-Охотского региона и прилегающих территорий в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
103. **Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Дорошкевич Е.Н., Михайлов В.И.** Курило-Охотский регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
104. **Иванова Е.И. (сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
105. **Иванова Е.И. (отв. сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Северо-Востока России за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
106. **Козьмин Б.М.** Якутия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
107. **Козьмин Б.М.** Якутия // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 216–223.
108. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Ацута О.Н., Аронов В.А.** Беларусь // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 231–235.