

1. ОБЗОР СЕЙСМИЧНОСТИ

УДК 550.348.436

СЕЙСМИЧНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ в 2008 году

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

Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, raisa@gstras.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 вулкано-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 2008 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 2008 г.

Сеть сейсмических станций в 2008 г. состояла из 475 станций, из которых 125 аналоговых, 260 цифровых, 79 телеметрических и 11 сейсмических групп (аггау). Поскольку в Арктическом бассейне нет сейсмических станций [5], то, как и ранее [6], каталог землетрясений Арктики [7] составлен по данным мировой сети [3]. Положение всех станций на исследуемой территории показано на рис. 1.

В 2008 г. не изменились сети станций в Крыму, Азербайджане, Армении, Центральной Азии, Казахстане, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье, Якутии и на Урале.

Аналоговые станции заменили на цифровые: на Карпатах – с 17 августа возобновил работу сейсмический павильон «Оноковцы» завершив таким образом, полный переход на цифровую регистрацию всей сети Карпат, состоящей из девятнадцати стационарных станций и двух временных [8]; в Дагестане – с 19 сентября на станции «Гуниб» и с 1 ноября на станции «Дубки» [9], а также на всех станциях приборы для отметки времени были заменены на GPS-приемники.

В ряде случаев аналоговые комплекты на станциях были оставлены и к ним добавлены цифровые: на Сахалине – на станциях «Южно-Сахалинск», «Тымовское», «Оха» [10]; в Курило-Охотском регионе – с 1 июня на станции «Южно-Курильск» установлена и запущена в опытную эксплуатацию [11] цифровая станция «Угра» [12]; со 2 июня на станции «Северо-Курильск» цифровая аппаратура установлена сотрудниками Камчатского филиала ГС РАН [13]). Параллельная регистрация аналоговых и цифровых комплектов SDAS продолжена в Крыму на станциях «Симферополь» и «Алушта» [14].

Новые цифровые станции открыты: на Северном Кавказе – с 26 сентября наблюдательный пункт «Лабинск» (цифровая станция «Угра») и с 5 декабря станция «Нейтрино» (цифровая станция «Угра») установлена в штольне нейтринной лаборатории в Баксанском ущелье Кабардино-Балкарии, оказавшейся с самым низким уровнем шумов на Северном Кавказе, и в силу

этого – с самой большой дальностью регистрации слабых землетрясений [15]; в Туркменистане – 8 цифровых станций типа Дельта Геон («Маньш», «Ватан», «Гермаб», «Гылыч-Чапык», «Гяурс», «Оналды», «Чули», «Куркулап»), принадлежащих Управлению «Туркменгёзлегеофизика» [16]; в Таджикистане – с 22 июля «Чорух-Дарон», с 18 октября «Манем» [17]; на Камчатке – с 13 ноября «Палана», с 1 декабря «Асача» и «Мутновский» [13]; на архипелаге Шпицберген – с 21 ноября станция «Пирамида» [18]; на Сахалине – в октябре для службы предупреждения о цунами запущен в опытную эксплуатацию программно-технический комплекс, состоящий из центрального (в Южно-Сахалинске) и четыре выносных пунктов наблюдений (в Корсаково, Невельске, Холмске и Долинске) [10].

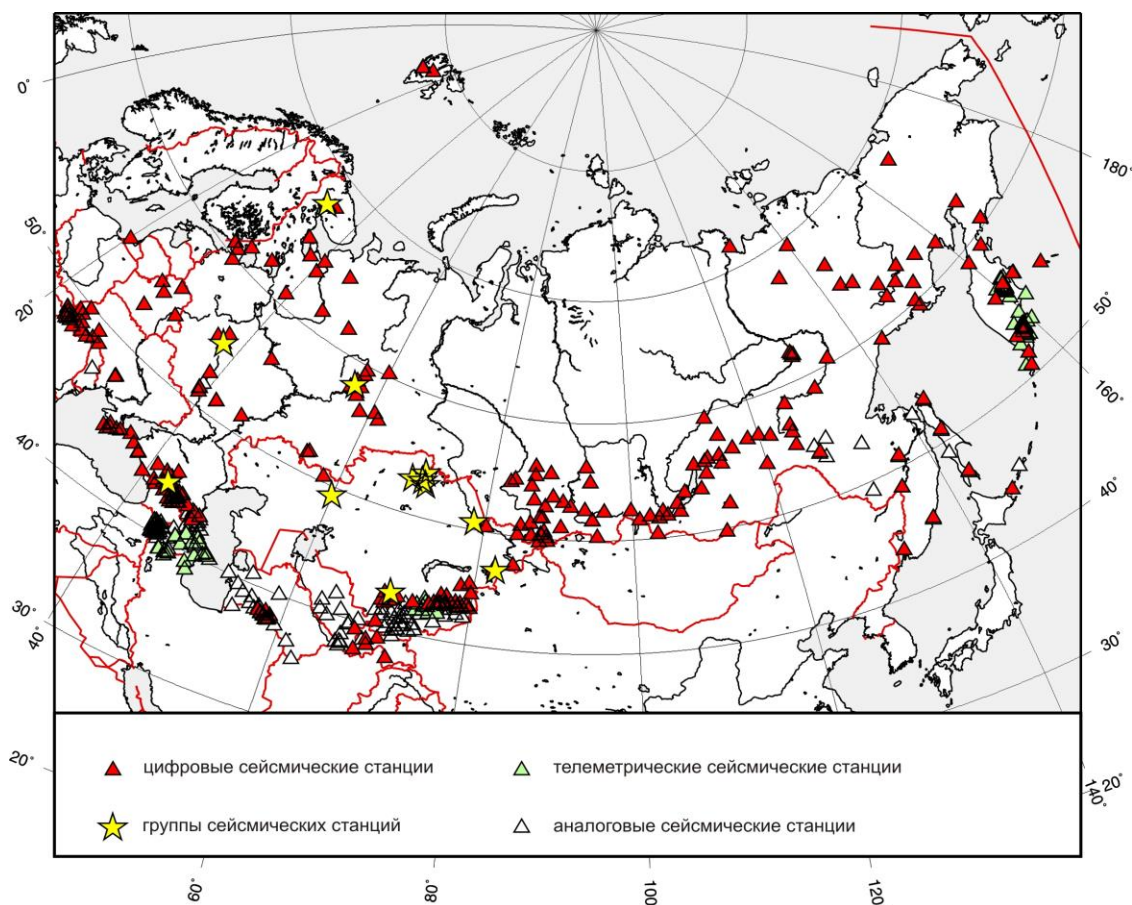


Рис. 1. Сейсмические станции Северной Евразии в 2008 г.

Восстановлены станции: на Северном Кавказе – с 6 марта станция «Грозный» [15]; на Северо-Востоке России – с 24 ноября станция «Эвенск» с новым международным кодом EVEN [19].

Модернизированы станции: в Беларуси – геофизическая обсерватория «Нарочь» – поставлена аппаратура SDAS [20]; на Камчатке – станция «Тиличики» (TILR) – перенесена в новую сейсмокамеру в 500 м от старого места, поэтому изменен код на TILK.

В рамках научно-исследовательской работы «Развитие сети сейсмологических наблюдений и средств обработки и передачи данных в целях предупреждения о цунами», начавшейся в 2006 г., интенсивно развивалась сеть цифровых станций с широкополосными велосиметрами и акселерометрами. К концу 2008 г. Камчатская сеть насчитывала 15 цифровых станций («Петропавловск», «Администрация», «Дачная», «Крутоберегово», «Маяк» Кроноцкий, «Шипунский», «Институт», «Вилючинск», «Паужетка», «Николаевка», «НИИГТЦ», «Рыбачий», «Школа», «Беринг», «Тиличики») [13].

Временные станции работали: на Карпатах – 2 станции («Южноукраинск» и «Шуцкое») [8], на Алтае – с 17 августа по 17 октября 19 станций [21] работали в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 27 сентября 2003 г. [22], зарегистрировавших 3900 землетрясений с $-0.8 \leq K_p \leq 8.4$); на Южном Сахалине – 13 станций [23], зарегистрировавших 1486 слабых землетрясений [24].

Перенесены станции: на Северном Кавказе – на более тихое, новое место – «Грозный» с 15.04.2008 г., «Пятигорск» – со 02.10.2008 г. [15]; в Беларуси – в январе два аналоговых канала со станции «Нарочь» перенесены на станцию «Плещеницы» [20].

Закрыта на Алтае с 1 января станция «Ташанта» [25].

В настоящем сборнике каталог землетрясений [26] и обзор сейсмичности Таджикистана [17] в 2008 г. публикуется на основе данных цифровой сейсмической сети Геофизической службы Академии наук Республики Таджикистан (ГС АН РТ) [27]. Результаты наблюдений и обработки данных сейсмической сети Таджикистана, состоящей из 12 аналоговых станций, принадлежащих Институту геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Республики Таджикистан (ИГССС АН РТ) [28], в 2008 г. в редколлегия сборника не поступали.

Общая характеристика сейсмичности. Всего в настоящем сборнике опубликованы параметры свыше 31 тыс. землетрясений. Сведения о всех зарегистрированных землетрясениях присланы в редакцию из малоактивных регионов и территорий: Баренц-Евро/Арктического региона, Урала, Беларуси, а также Карпат, Крыма, Северного Кавказа, Северо-Востока России, а из высокоактивных – только начиная с событий с $K_p \geq 8.6$.

В сводной таблице 1, составленной по материалам сборника, приведена информация по регионам Северной Евразии о станциях, участвующих в мониторинге в 2008 году, и о зарегистрированных землетрясениях, вошедших в настоящий сборник. Буквами А, Ц, Т, Г (столбцы 3, 4, 5, 6) обозначены типы станций, аналоговые, цифровые, телеметрические и сейсмические группы (аггау) соответственно. В столбце 7 приведен диапазон магнитуд или классов землетрясений. Число землетрясений с $M \leq 3.5$ и $M \geq 3.6$ – в столбцах 8 и 9. Соответственно в столбцах 10, 11, 12 – общее число землетрясений, число ощутимых и число землетрясений, для которых определены механизмы очагов. Пересчет энергетических классов в магнитуды проведен по региональным формулам, описанным на стр. 18 в сборнике «Землетрясения Северной Евразии, 2007 год» [29]. В столбцах 10 и 12 знаком (+) отмечены числа землетрясений и механизмов очагов, добавленных редакцией из бюллетеней [3], или зарегистрированные временными сетями станций [21, 24]. Все они представлены отдельными файлами на CD в подборках таблиц по каждому региону.

Таблица 1. Станции и землетрясения в Северной Евразии в 2008 г. (по регионам)

| № | Регион | Число станций | | | | Диапазон классов/ магнитуд | Число землетрясений в ЗСЕ | | | | | $\Sigma E, Дж$ |
|------|---------------------------|---------------|----|----|---|----------------------------|---------------------------|--------------|---------------|----------|------------|----------------------|
| | | А | Ц | Т | Г | | $M \leq 3.5$ | $M \geq 3.6$ | N_{Σ} | $N_{ощ}$ | $N_{мех}$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| I | Карпаты | | 21 | | | 6.2–11.7 | 84 | 8 | 92 +72 | | | $9.42 \cdot 10^{11}$ |
| II | Крым | | 7 | | | 5.2–12.7 | 58 | 3 | 61 | 2 | 1 | $5.07 \cdot 10^{12}$ |
| III | Кавказ: | | | | | | | | | | | |
| | Азербайджан | 14 | 14 | | | 4.0–12.3 | 496 | 7 | 503 +33 | 11 | 1 | $3.39 \cdot 10^{12}$ |
| | Армения | 8 | | 28 | | 4.2–11.0 | 879 | 1 | 277 +367 | 16 | 1 | $2.54 \cdot 10^{11}$ |
| | Северный Кавказ | 14 | 28 | 4 | 1 | 3.1–14.5 | 1882 | 55 | 1937 | 17 | 23 | $3.52 \cdot 10^{14}$ |
| IV | Копетдаг | 20 | 12 | | | 8.6–12.3 | 228 | 18 | 246 | 3 | 13 | $6.77 \cdot 10^{12}$ |
| V | Средняя Азия и Казахстан: | | | | | | | | | | | |
| | Центральная Азия | 41 | | 10 | | 8.6–16.0 | 816 | 95 | 911 +54 | 14 | 99 | $3.01 \cdot 10^{15}$ |
| | Таджикистан | 12 | 6 | | | 8.6–14.3 | 5370 | 384 | 5754 | 34 | 56 | $2.24 \cdot 10^{15}$ |
| | Казахстан | | 34 | | 8 | 6.6–12.4 | 530 | 22 | 552 | 13 | 5 | $8.77 \cdot 10^{12}$ |
| VI | Алтай и Саяны | | 30 | | | 4.0–15.0 | 1812 | 25 | 1837 +3900 | 6 | 3 | $1.08 \cdot 10^{15}$ |
| VII | Прибайкалье и Забайкалье | | 23 | | | 7.6–15.9 | 1020 | 37 | 1057 | 15 | 64 | $8.17 \cdot 10^{15}$ |
| VIII | Приамурье и Приморье | 9 | 6 | | | 4.7–13.6 | 517 | 15 | 532 | 3 | 5 +4 | $5.89 \cdot 10^{15}$ |
| IX | Сахалин | 4 | 3 | | | 5.5–12.0 | 175 | 18 | 193 +1486 | 27 | 5 +12 | $1.69 \cdot 10^{13}$ |
| X | Курило-Охотский регион | 2 | 1 | | | 2.6–7.7 _{млн} | 141 | 431 | 572 +242 | 56 | 61 +306 | $3.81 \cdot 10^{17}$ |

| № | Регион | Число станций | | | | Диапазон классов/ магнитуд | Число землетрясений в ЗСЕ | | | | | ΣE , Дж |
|------|---|---------------|------------|-----------|-----------|----------------------------|---------------------------|--------------|--------------|-----------------|------------------|--|
| | | А | Ц | Т | Г | | $M \leq 3.5$ | $M \geq 3.6$ | N_{Σ} | $N_{\text{оц}}$ | $N_{\text{мех}}$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| XI | Камчатка и Командорские о-ва | | 15 | 37 | | 8.6–15.7 _{Кс} | 738 | 84 | 822 | 56 | 35 +24 | $6.76 \cdot 10^{15}$ |
| XII | Северо-Восток России | | 11 | | | 6.0–13.2 | 229 | 9 | 238 +1 | 3 | 1 | $1.76 \cdot 10^{13}$ |
| XIII | Якутия | | 19 | | | 7.6–15.6 | 298 | 19 | 317 | 7 | 3 | $4.02 \cdot 10^{15}$ |
| XIV | Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь: | | | | | | | | | | | |
| | Архангельская область | | | 8 | | | | | | | | |
| | Баренц-Евро/Арктический регион | 1 | 4 | | 1 | 4.4–14.6 | 39 | 1 | 40 | 1 | 6 | $8.33 \cdot 10^{14}$ |
| | Беларусь | | 5 | | | 5.0–8.2 | 35 | | 35 | | | $4.28 \cdot 10^8$ |
| | Урал | | 13 | | 1 | 5.6–11.2 | 17 | 1 | 18 | 1 | | $1.69 \cdot 10^{11}$ |
| XV | Арктический бассейн | | | | | 3.4–5.3 _{mb} | 25 | 47 | 72 | | 10 | $6.20 \cdot 10^{11}$ |
| | Вулканы: | | | | | | | | | | | |
| | Северная группа | | | | | | | | 9353 | | | $2.74 \cdot 10^9$ |
| | Авачинская группа | | | | | | | | 58 | | | $8.13 \cdot 10^6$ |
| | Северная Евразия в целом | 125 | 260 | 79 | 11 | | 15389 | 1280 | 31632 | 285 | 738 | $4.14 \cdot 10^{17}$ |

Суммарное поле эпицентров всех землетрясений представлено на рис. 2. Рассмотрим его характерные особенности.

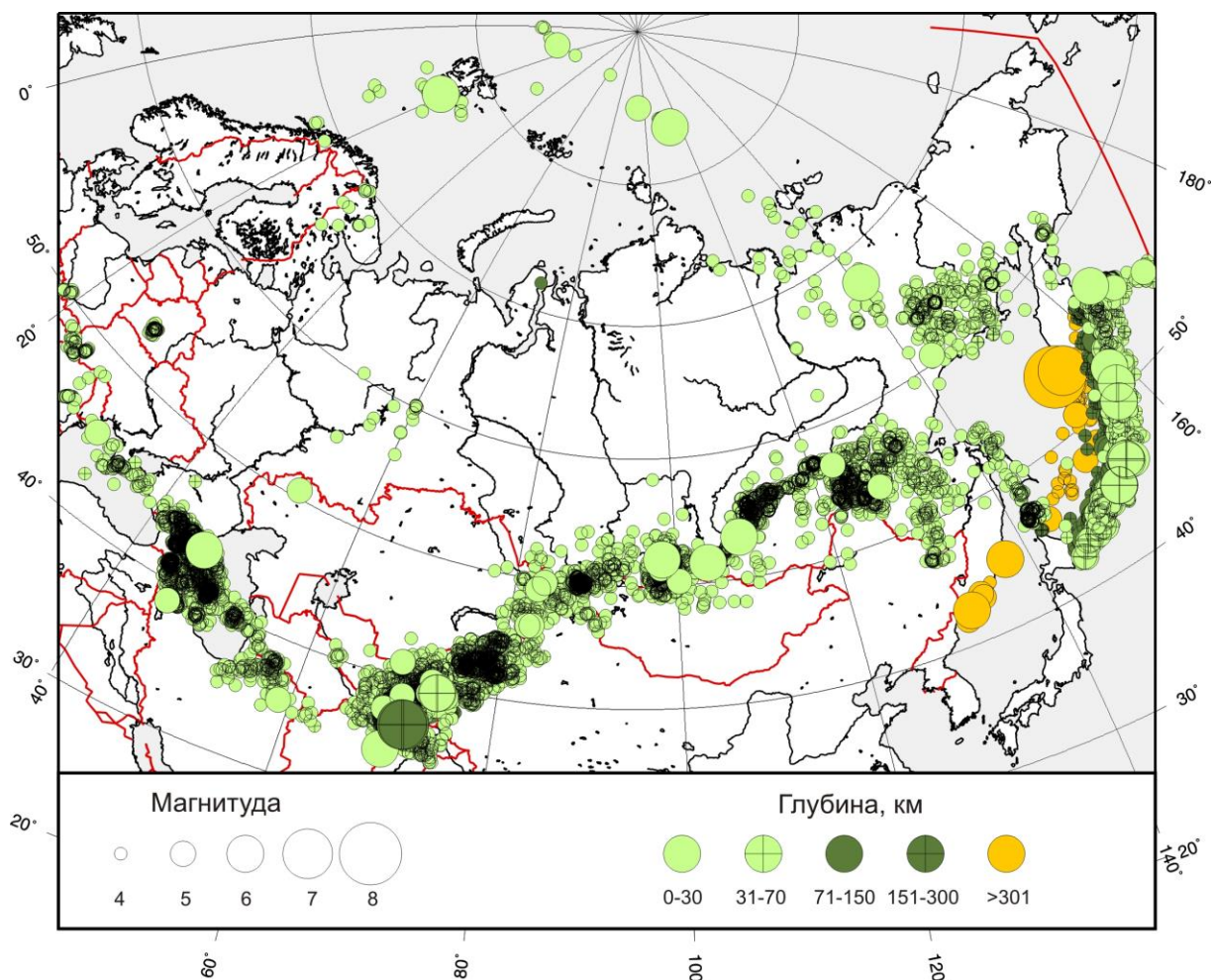


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северной Евразии за 2008 г.

1 – магнитуда землетрясений; 2 – глубина h гипоцентра, км.

Самая яркая особенность карты – наличие трех мощных сейсмических потоков вдоль окраин Северной Евразии. Первый простирается на юго-восток от южных районов Польши на широте $\varphi=50^\circ\text{N}$, захватывая Карпаты, зону Вранча с промежуточными глубинами ($h=80\text{--}153$ км) очагов, Крым, северное побережье Черного моря, весь Кавказ, срединную часть Каспийского моря и весь Копетдаг, спускаясь до $\varphi=35^\circ\text{N}$. Максимальная плотность эпицентров здесь видна на Кавказе и в северных районах Ирана. Второй ориентирован под прямым углом к первому, отделяясь от него, как и ранее [29], небольшой асейсмичной полосой. Этот сейсмический поток более мощный как по плотности эпицентров вдоль всей трассы, так и по ширине и протяженности. Он простирается от северных районов Афганистана с коровыми ($h=5\text{--}60$ км) и промежуточными ($h=70\text{--}270$ км) очагами Памиро-Гиндукуша на широте $\varphi=34^\circ\text{N}$ до берегов Охотского моря с $\varphi=58^\circ\text{N}$ 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). Не исключено, что это может быть связано с отсутствием сейсмических станций в этой зоне (см. рис. 1). Третий простирается от о. Хоккайдо на юге с $\varphi=42^\circ\text{N}$, включая зону Курильских островов и всю Камчатку до широты $\varphi=62^\circ\text{N}$, с восточным ответвлением вдоль Алеутских островов. Это известная зона субдукции с ярко выраженным поддвигом в запад-северо-западном направлении под континент в области самых глубоких землетрясений от прибрежной полосы Приморья с $h=301\text{--}558$ км [30] до срединной части Камчатки с $h=357\text{--}701$ км [31].

Остальные сейсмообразования на карте эпицентров (рис. 2) характеризуются низкой плотностью эпицентров. Это прежде всего устойчивая во времени в Арктике линейная полоса эпицентров с юго-восточной ориентацией. Здесь следует отметить два очага с моментной магнитудой $M_w=5.7$ и $M_w=5.4$, $h=10$ км в средней части сейсмоструктуры [7] и Андрей-Тасское землетрясение в южной ее части (в Якутии), зарегистрированное 22 июня с $M_w=6.1$, $h=18$ км [32]. Оставшееся поле повышенной плотности эпицентров почти круговой формы (типа «битой тарелки») на северо-востоке России (в Магаданской области) – не значимо. Здесь в 2008 г. возникли преимущественно слабые ($K_p=6.0\text{--}11.5$) землетрясения и лишь одно с $K_p=13.2$, $M_w=4.9$ от 4 октября [33].

Наиболее интересным в 2008 г. является удаленный от Евразии архипелаг Шпицберген, где возникшее 21 февраля землетрясение с ($M_L=6.2$) [34] уникально, т.к. явилось крупнейшим за всю 100-летнюю историю наблюдений в Арктике. Оно локализовано к югу от Шпицбергена, в проливе Стур-фьорд, между островами Западный Шпицберген и Эдж (рис. 2). Глубина его гипоцентра по глубинной фазе pP составила $h_{pp}=14\pm 1.1$ км. Моментная магнитуда M_w по данным GСMT составила $M_w=6.1$, сейсмический момент – $M_0=1.58\cdot 10^{18}$ Н·м [3]. После землетрясения последовали многочисленные (>20000) афтершоки [18]. При этих параметрах интенсивность сотрясений I_0 в эпицентре главного толчка, рассчитанная по усредненной формуле макросейсмического поля Н.В. Шебалина [35]

$$I_0=1.5 M - 3.5 \lg h + 3.0 \quad (5),$$

чуть выше $I_0^p=8$ баллов.

Вся центральная территория Северной Евразии на рис. 2 почти асейсмична в понимании отсутствия землетрясений примерно с $M\geq 2.0\text{--}2.5$. Отметим лишь незначительную активность в горно-добывающих районах на Кольском п-ве, в районе двух месторождений калийных солей (Старобинского – в Беларуси и Соликамского – на Урале); наличие техногенных событий на Североуральских бокситовых месторождениях в Свердловской области с $M_L=1.8\text{--}2.5$ и в нефтедобывающих районах Татарстана, где произошло Альметьевское-III землетрясение с $M_L=3.6$, $I_0=5$ [36]. Заметим, что это третье землетрясение в этом районе [37, 38]. Редкая ситуация произошла 26 декабря 2008 г. на Урале, в районе Воткинского водохранилища около г. Оса. Событие с локальной магнитудой $M_L=1.8$, зарегистрированное лишь одной станцией «Власы», имело нетектоническую природу, ощущалось в 200-метровой прибрежной полосе с высокой интенсивностью $I=3\text{--}4$ балла и вызвало обоснованный испуг жителей. Так, например, дом № 2

по ул. Мира г. Оса покачнулся сначала в восточную сторону, затем в западную с треском стен, люди выбежали на лестничные площадки [39].

Тектоническое землетрясение на территории Восточно-Европейской платформы произошло 22 сентября с $K_p=9.2$, $M_L=3.3$, $h=5$ км [40]. Его эпицентр с координатами $\varphi=60.58^\circ\text{N}$, $\lambda=51.04^\circ\text{E}$ располагался в районе с. Койгородок на юге Республике Коми, в 40 км от 7-балльного Сысольского землетрясения 1939 г. [41]. Еще два тектонических землетрясения зарегистрированы на Урале: 1 декабря $M_L=2.0$, $h=0$ км и 16 декабря с $M_L=2.8$, $h=20$ км в окрестностях г. Нытва [42].

В сейсмичных районах Западного Казахстана, в Прикаспийской низменности, 26 апреля произошло интенсивное семибалльное Шалкарское землетрясение с $K_p=11.1$, $M_w=5.1$ [43], которое, как считает ряд специалистов, связано с работами по добыче нефти, ведущимися с 1984 г. на Карачаганакском нефтегазоконденсатном месторождении, расположенном в 140 км к северо-востоку от оз. Шалкар [44]. Есть и другая трактовка природы этого землетрясения, связанная с естественными тектоническими причинами [45]. Тем более, что подобные землетрясения (возможно, более слабые) наблюдались в изучаемом районе и ранее, в том числе и до начала добычи углеводородов на Карачаганакском нефтегазоконденсатном месторождении [46, 47].

В табл. 2 приведены наиболее заметные в 2008 г. землетрясения из табл. 1 и дается описание сейсмотектонической обстановки в их очаговых зонах.

Таблица 2. Наиболее заметные землетрясения Северной Евразии в 2008 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 | 21.02 | 02 46 17.2 | 76.96 | 18.99 | 14* | 13.9 | 6.0 | 6.1 | Шпицберген, Стур-Фьордское с $I_0^p=8$ [18] |
| 2 | 03.03 | 09 30 58.6 | 46.08 | 153.93 | 24 | 13.2 | 6.6 | 6.7 | Курильские острова [48] |
| 3 | 26.04 | 13 14 59 | 50.56 | 51.82 | 18* | 11.1 | 4.8 | 5.1 | Западный Казахстан, Шалкарское с $I_0=7$ [43] |
| 4 | 07.05 | 08 00 21.1 | 45.34 | 30.95 | 15* | 12.7 | 4.4 | 4.9 | Черное море, Змеиное с $I_0^p=(5-6)$ [49] |
| 5 | 11.05 | 10 57 24.7 | 43.04 | 44.32 | 9 | 10.2 | (3.5) | | Северный Кавказ, Хаталдонское с $I_0=4$ [50] |
| 6 | 20.05 | 20 42 43.6 | 53.29 | 108.52 | 13 | 14.3 | 5.0 | 5.3 | Средний Байкал, Максимихинское с $I_0=7$ [51] |
| 7 | 29.05 | 11 03 24.6 | 54.872 | 52.288 | 0.9 | | 3.6 M_L | | Татарстан, Альметьевское-III с $I_0^p=5$ [36] |
| 8 | 22.06 | 23 56 29.2 | 67.65 | 140.93 | 18 | 15.6 | 5.7 | 6.1 | Якутия, Андрей-Тасское с $I_0=7-8$ [52] |
| 9 | 29.06 | 20 53 02.4 | 45.00 | 137.51 | 319* | | 4.7 | 6.0 | Японское море [30] |
| 10 | 05.07 | 02 11 56.5 | 53.98 | 151.74 | 646* | 15.7 | 6.5 | 7.7 | Камчатка, Охотоморское-I с $I_0=5$ [53] |
| 11 | 24 07 | 01 43 15.8 | 50.61 | 158.04 | 40 | 13.8 | 6.1 | 6.2 | Камчатка [31] |
| 12 | 16.08 | 04 01 06.4 | 52.12 | 98.21 | 15f | 15.0 | 5.5 | 5.7 | Алтай, Белин-Бий-Хемское с $I_0^p=7$ [54] |
| 13 | 27.08 | 01 35 31.2 | 51.60 | 104.04 | 14 | 15.9 | 6.4 | 6.3 | Южный Байкал, Култукское с $I_0^p=8-9$ [55] |
| 14 | 11.10 | 09 06 09.8 | 43.24 | 46.17 | 15 | 14.5 | 5.6 | 5.8 | Северный Кавказ, Курчалойское с $I_0=7-8$ [56, 57] |
| 15 | 05.10 | 15 52 46.6 | 39.56 | 73.75 | 40 | 16.0 | 6.6 | 6.6 | Кыргызстан, Нурийское, с $I_0=8$ [58] |
| 16 | 08.11 | 08 45 55.8 | 56.83 | 123.20 | 19* | 13.5 | 4.6 | | Якутия, Алданское с $I_0=6$ [59] |
| 18 | 24.11 | 09 02 52.5 | 53.77 | 154.69 | 564 | 15.2 | 6.2 | 7.3 | Камчатка, Охотоморское-II с $I_0=4$ [53] |

Примечание. Здесь и в табл. 4 знаком * отмечена глубина h по фазе pP [3].

Сильнейшее по магнитуде ($M_w=7.7$, $I_0=5$) землетрясение 5 июля, названное Охотоморским-I, и Охотоморское-II – второе землетрясение 24 ноября ($M_w=7.3$, $I_0=4$) [53], произошедшие в Охотском море к западу от южной Камчатки на глубинах около 600 км, представляли собой уникальные события, но только до 24 мая 2013 г. [60]. Для таких глубин (рис. 3) и с такими магнитудами

сейсмические толчки на Земле весьма редки. Из положения гипоцентров можно заключить, что очаги их располагались в нижней части сейсмофокальной зоны Заварицкого-Беньофа.

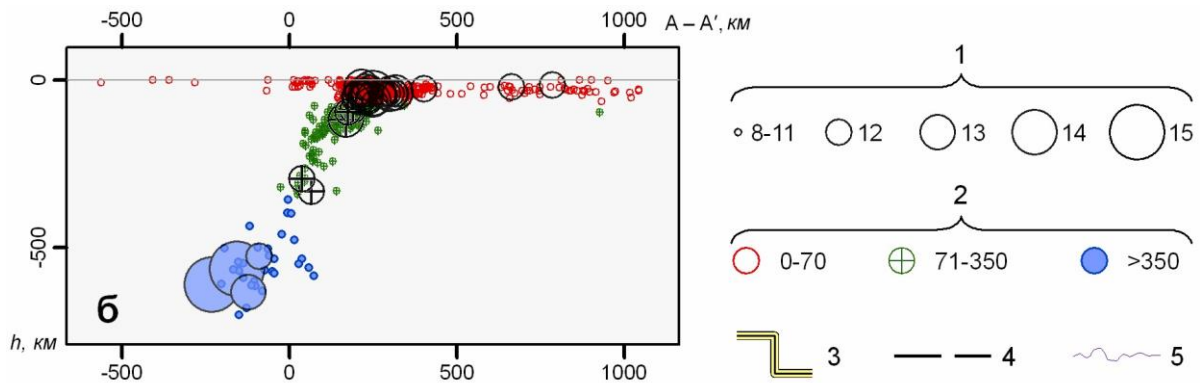


Рис. 3. Вертикальный разрез сейсмофокальной зоны Заварицкого-Беньофа на Камчатке из [13]

Заклучить что-либо определенное о геологических условиях в очаге и характере подвижки затруднительно, поскольку мало что известно о тектонических нарушениях в этой части мантии. Более уверенно можно сказать, что оба события продемонстрировали сбросовые смещения в результате погружения Тихоокеанской плиты в мантию [53]. Это значит, что очаги возникли в обстановке горизонтального растяжения и близвертикального сжатия. Примечательно, что макросейсмические проявления на востоке Камчатки были более значительными, чем на менее удаленной от эпицентров западной части полуострова. Возможно, распространение сейсмических волн вдоль зоны Беньофа имеет предпочтительный характер, по сравнению с ненарушенным массивом литосферы и верхней мантии.

Вместе с недавно собранными данными о проявлениях более сильного ($M=8.0$) глубоководного сейсмического события 24 мая 2013 г. [60–62] два Охотоморских землетрясения 2008 г. дали возможность продвинуться в понимании некоторых закономерностей распределения сейсмических воздействий на поверхности от глубоких удаленных толчков на обширных территориях Северной Евразии.

Сильнейшее по интенсивности сотрясений ($I_0=8-9$ баллов) Култукское землетрясение произошло в Прибайкалье 27 августа с $K_p=15.9$, $M_w=6.1$ [55]. Оно не продемонстрировало появления на поверхности сейсморазрывов, поскольку эпицентральная область располагалась под водой, на дне южной части Байкала, но спровоцировало многочисленные обвалы, осыпи, камнепады и оползни на суше, на крутых горных склонах. Эти вторичные, сейсмогравитационные эффекты наблюдались на расстояниях до 40 км от эпицентра в горной местности на северных склонах хр. Хамар-Дабан, а также в распадках на восточном фланге хр. Тункинские гольцы. Суммарная протяженность этой области составляет около 60 км при ширине около 15–20 км, ее общая площадь – более 1000 км². В соответствии с данными макросейсмической шкалы ЕЕЕ [63], площадь, охваченная склоновыми процессами, скорее свойственна девятибалльным воздействиям.

Исходя из основных проявлений землетрясения, его очаг, по-видимому, был связан с подводным сегментом Главного Саянского разлома, протягивающимся в северо-западном направлении из Южнобайкальской впадины. Этот разлом является одним из важнейших тектонических нарушений юга Сибири, поскольку разделяет Сибирскую древнюю платформу в ее южной части и Восточно-Саянскую складчатую систему. На сухопутном отрезке в зоне разлома были обнаружены сейсморазрывы древних доисторических землетрясений, характеризовавшихся сбросово-левостдвиговой кинематикой и реконструированной по палеосейсмологическим данным магнитудой $M>7.5$ [64]. На рис. 4 показаны активные разломы южной части Байкала, положение эпицентра Култукского землетрясения 27 августа и механизм его очага. В качестве сейсмогенерирующего выбран разлом близширотного простирания. При этом подвижка по этой плоскости представляла собой левосторонний сбросо-сдвиг. Такую же кинематику этому активному в голоцене разлому присвоили специалисты из Геологического института РАН [65].

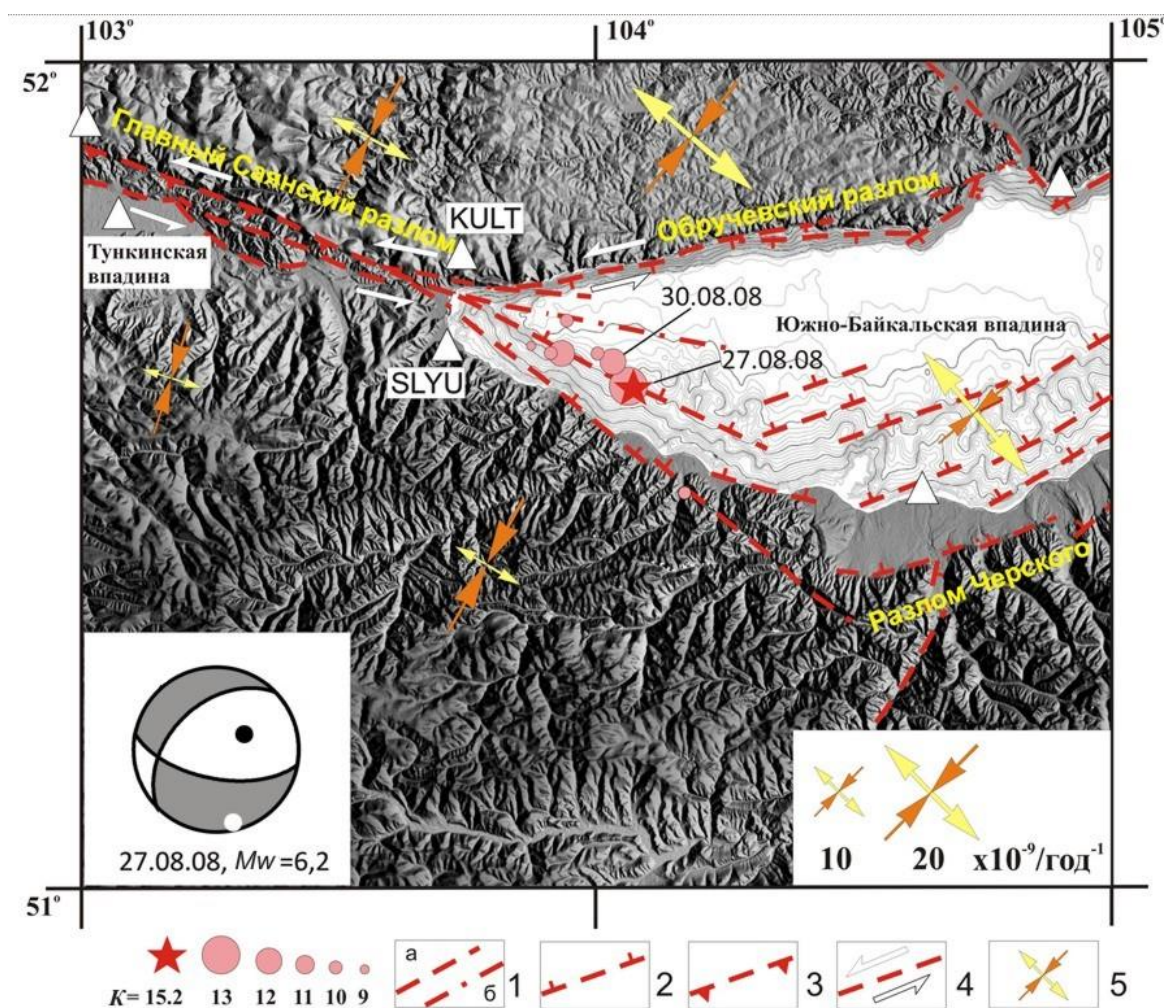


Рис. 4. Активные разломы южной части Байкала на основе карты цифрового рельефа [75]

1–4 разломы: 1 – неизвестной кинематики: а – предположительные, б – достоверные; 2 – сбросы; 3 – взбросы; 4 – левосторонние сдвиги; 5 – оси напряжений (локальных и региональных). Показаны эпицентры главного (звездочка) и повторных (кружки) толчков с учетом энергетического класса, а также стереограмма решения фокального механизма главного толчка [65].

Восьмибалльных землетрясений в 2008 г. зафиксировано два: на севере – Стур-фьордское (21 февраля, о-в Шпицберген) и на юге – землетрясение Нура (5 октября, Кыргызстан).

Для Стур-фьордского землетрясения в [3] имеется три варианта решения механизма очага: GCMT, NEIC (P), NEIC (BB). Все решения близки: преваляющими являются напряжения растяжения субмеридиональной ориентации. Движение по менее крутым плоскостям северо-западной ориентации – левосторонний сдвиг с компонентами сброса, по более крутым плоскостям восток–северо-восточной ориентации – сброс с элементами правостороннего сдвига [18]. Землетрясение сопровождалось длительной афтершоковой активностью. Интенсивность афтершокового процесса в первые дни после основного толчка достигала 120 событий в сутки с $M_L \geq 2$. За 2008 г. было зарегистрировано 23607 афтершоков с $M_L \geq -0.2$, в том числе 474 афтершока с $M_L \geq 2.0$ [18].

Поле эпицентров афтершоков, располагающееся в проливе между островами Западный Шпицберген и Эдж, имеет в целом изометричные очертания, и на основании анализа распределения повторных толчков выбрать действующую в очаге плоскость сложно. Однако, по данным Международной тектонической карты Европы [66], на архипелаге присутствуют две системы разломов – близмеридиональной и северо-западной ориентировки. Наиболее подходящим нарушением, с которым мог быть связан очаг землетрясения 2008 г., является продолжающийся на архипелаг из зоны Срединно-Атлантического хребта трансформный разлом северо-западного простирания, имеющий кинематику левостороннего сдвига. Он яв-

ляется одним из нескольких таких трансформных разломов, пересекающих хр. Книповича и о. Западный Шпицберген. Таким образом, очаг, скорее всего, реализовался по плоскости северо-западной ориентации.

Землетрясение Нура с $M_w=6.7$ [58] реализовалось 5 октября 2008 г. на восточных границах Кыргызстана и Таджикистана. Погибли 74 человека. Оно ощущалось на обширной территории, включающей Ошскую, Баткенскую, Джалал-Абадскую и Нарынскую области Кыргызстана и приграничные районы Узбекистана, Таджикистана и Китая. В эпицентральной зоне полностью разрушен пос. Нура (рис. 5). Дома, построенные из кирпича-сырца, разрушены полностью (152 строения), щитовидные деревянные дома повреждены незначительно. В зданиях, построенных из жженого кирпича, образовались сквозные трещины. Поврежден железобетонный мост и на асфальтированной дороге образовались складки «застывшей волны» деформаций с периодом около 90 м. Землетрясение сопровождалось большой серией афтершоков ($N_a=1461$ до конца 2008 г.).



Рис. 5. Населенный пункт Нура после землетрясения [58]

Согласно результатам его обследования плестосейстовая область землетрясения расположена в зоне Северо-Памирского (Предзаалайского) активного разлома [65, 67] близширотного простирания, вблизи его сочленения с субширотным Уйбулакским разломом, который прослеживается в запад-юго-западном направлении в пограничную область Таджикской депрессии и Афганской горно-складчатой зоны. Северо-Памирский разлом проявляет позднечетвертичную активность, разделяет Заалайскую горно-складчатую систему и Алайскую депрессию и, по-видимому, трассируется в пределы Западного Китая на юго-западное обрамление Таримской впадины. Изосейсты 6-го, 7-го и 8-го баллов землетрясения, построенные по результатам макросейсмического обследования эпицентральной области, имеют овальную форму. Их длинные оси вытянуты вдоль простирания Северо-Памирского активного разлома. В эпицентральной зоне землетрясения за период с 5 по 23 октября зарегистрировано около 20 повторных толчков с $M=4.0-5.5$, отдельные из которых ощущались на поверхности интенсивностью до 4–6 баллов [58]. Область эпицентров афтершоков имеет овальные очертания. Длинная ось овала вытянута в

субширотном направлении. Решение механизма очага главного толчка показывает существование двух альтернативных плоскостей широтного простирания, в целом параллельных зоне прохождения Северо-Памирского разлома. В качестве действующей плоскости разрыва выбрана плоскость, погружающаяся под Заалайский хребет на юг–юго-восток под углом около 45° [58].

С интенсивностью 7–8 баллов проявилось Андрей-Тасское землетрясение в Якутии [52] и Курчалойское землетрясение – на Северном Кавказе [56].

Очаг Андрей-Тасского землетрясения 22 июня связан с широтным отрезком Ильян-Тасского взбросо-надвига. К его взброшенному, южному крылу приурочен эпицентр главного толчка и облако эпицентров афтершоков. Учитывая глубину гипоцентра главного удара (20–30 км), а также южное падение близширотной плоскости под углом около $50\text{--}60^\circ$, можно предположить, что именно эта плоскость может быть принята в качестве действующей в очаге. Тогда подвижка в очаге представляла собой взброс с небольшой левосдвиговой составляющей. В этом свете понятна общая геодинамическая позиция очага этого сильного землетрясения. Приуроченность очага к зоне надвигов, ограничивающих кряж Андрей-Тас с севера, свидетельствует о том, что Ильян-Тасский разлом является крупной фронтальной границей, по которой древние толщи юры и мела Момского поднятия надвинуты на молодые кайнозойские образования Индигиро-Зырянского прогиба.

Курчалойское землетрясение 11 октября ощущалось на обширной территории, включающей Чеченскую Республику, Республику Ингушетию, Республику Дагестан, Республику Северная Осетия–Алания, Кабардино-Балкарскую Республику, Ставропольский край, южные районы Калмыкии, Грузию, северные районы Азербайджана и Армении. Наибольшие разрушения произошли в Курчалойском, Гудермесском, Шалинском и Ножай-Юртовском районах Чеченской Республики. Эпицентр находился в горных малонаселенных районах, что сохранило жизни многих жителей Чечни. По данным МЧС, число погибших достигло 13 человек, медицинская помощь оказана более чем 100 жителям, зафиксированы значительные разрушения жилого фонда и коммуникаций. Землетрясение получило название Курчалойское по одному из наиболее пострадавших сел [66]. Оно сопровождалось обвалами и оползнями в горной части территории Чеченской Республики, пострадали дорожное полотно трассы и проселочных дорог на горном отрезке автодороги Грозный–Шатой (рис. 6).



Рис. 6. Последствия Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г.
с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7\text{--}8$ [68]

В очаговой зоне Курчалойского землетрясения незадолго до него наблюдался относительно низкий уровень сейсмичности, хотя 31 марта и 4 апреля вблизи произошло два землетрясения с $K_p=11.6$ и $K_p=10.7$ [69]. В целом землетрясение 11 октября произошло в высокосейсмичном районе. Здесь в 1976 г. произошло Черногорское землетрясение с сотрясениями на поверхности 8–9 баллов в эпицентре и магнитудой $MLH=6.4$ [70], а с конца XIX в. до начала XXI в. было зафиксировано более 20 землетрясений с $I_0=6$ баллов и выше [57].

Механизм очага основного толчка и 18 его афтершоков, произошедших в первые три дня [71], рассчитан по знакам первых вступлений P -волн по программе [72, 73]. Сравнение таких решений для основного толчка и сильнейшего афтершока с решениями по методу тензора момента центроида в центрах США – Global CMT Catalog и NEIC – показало их хорошее совпадение (рис. 10 из осн. ст. [57]). Тип движения по обеим плоскостям в решении GСMT – почти чистый взброс с небольшими компонентами сдвига. Нодальные плоскости простираются широтно с довольно крутыми углами падения. Движение в очаге произошло под действием горизонтальных сил сжатия, направленных меридионально [71].

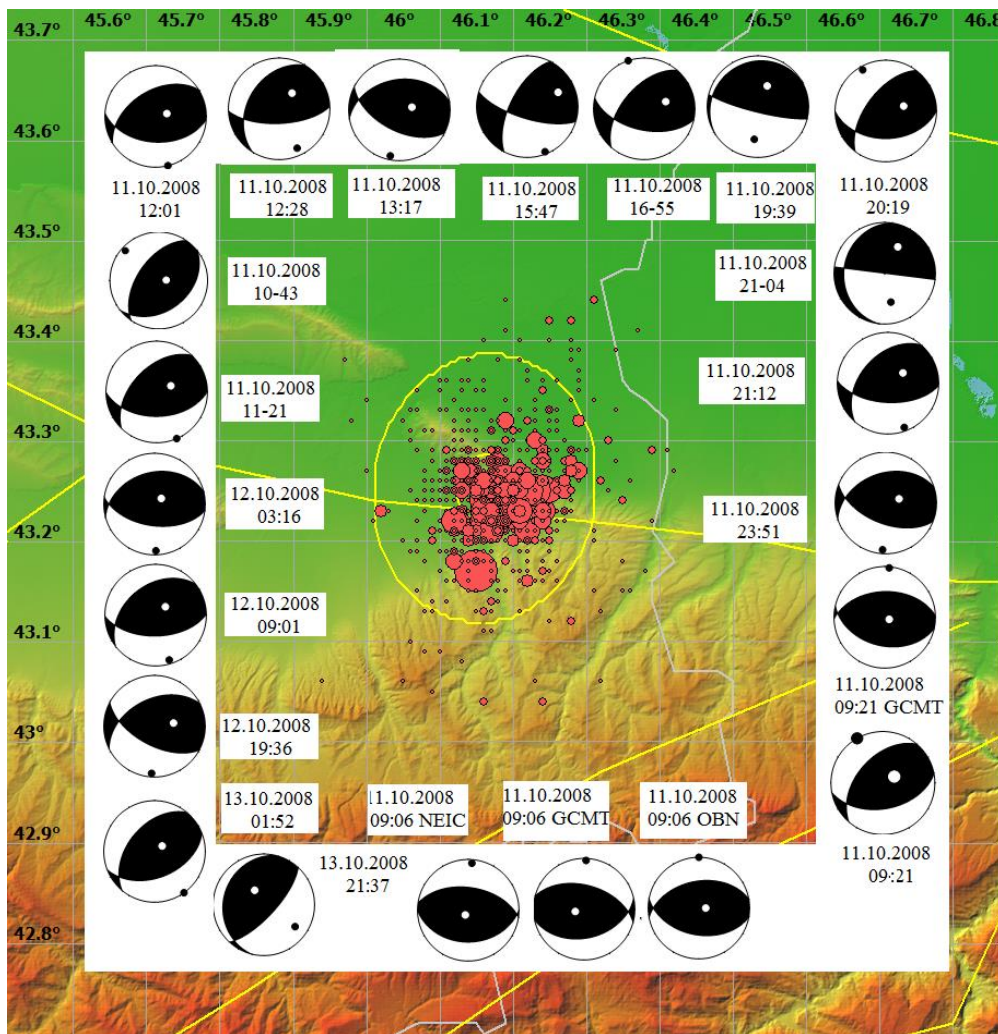


Рис. 10 из осн. ст. [57]. Решения механизмов очагов основного толчка и сильнейших афтершоков Курчалойского землетрясения

Поэтому данную плоскость можно принять за действующую, и подвижка в очаге представляла собой левосторонний взбросо-сдвиг с крутым погружением поверхности сместителя в юго-восточном направлении, под северо-западный склон «дагестанского клина». В этом случае хорошее объяснение находится для участков проявления вторичных обвально-оползневых сейсмодислокаций в горной части северного склона Большого Кавказа и их отсутствия в пределах Терского хребта, вблизи инструментального эпицентра.

Сеймотектоническая позиция очага Курчалойского землетрясения определена на основе анализа собранных макросейсмических, сейсмологических и геолого-геофизических данных [74], представляется следующей. Основные активные разломы в этой части Северного Кавказа имеют субширотное простирание. Это тектонические нарушения, подстилающие Терскую и Сунженскую антиклинали, а также зоны Владикавказского разлома. Однако ориентировка длинных осей изосейст высших баллов имеет ярко выраженную восток–северо-восточную ориентировку. Облако эпицентров афтершоков имеет в плане изометричные очертания (рис. 10 из осн. ст. [57]). Наиболее плотная часть облака приурочена к узлу сочленения Терской антиклинали и северо-западного линейного, разрывного обрамления горного поднятия «дагестанского клина». Землетрясение не породило на поверхности первичных сейсмодислокаций – сейсморазрывов.

Семибалльных землетрясений было три: Шалкарское [43] в Западном Казахстане, а также Максимихинское – в Прибайкалье [51] и Беллин-Бий-Хемское – на Алтае [54].

Шалкарское землетрясение с $K_p=11.1$, $M_w=5.1$, $I_0=7$ произошло 26 апреля 2008 г. [43]. Сама по себе магнитуда и балльность не являются очень высокими, больших повреждений и жертв это землетрясение не вызвало. Тем не менее, о неожиданно высоком сейсмическом потенциале Прикаспийской впадины свидетельствовали данные сеймотектонического анализа. В середине 90-х годов XX в. была выполнена работа по определению сейсмического потенциала этой структуры, где зоны высоких прогнозных магнитуд ($M \sim 6$) выделялись по всему ее бортовому периметру. Выяснилось, что территория Прикаспийской впадины в целом является весьма опасной в сейсмическом отношении, что определяется присутствием в ее пределах сеймотектонических обстановок, характерных для зон возникновения сильных землетрясений [75]. Позднее была проведена оценка сейсмического потенциала Прикаспийской впадины по уточненным данным [76]. На рис. 7 приведено площадное распределение зон различных M_{max} и показан эпицентр землетрясения 2008 г., располагающийся в окраинной зоне высоких прогнозных магнитуд 5.0–5.9.

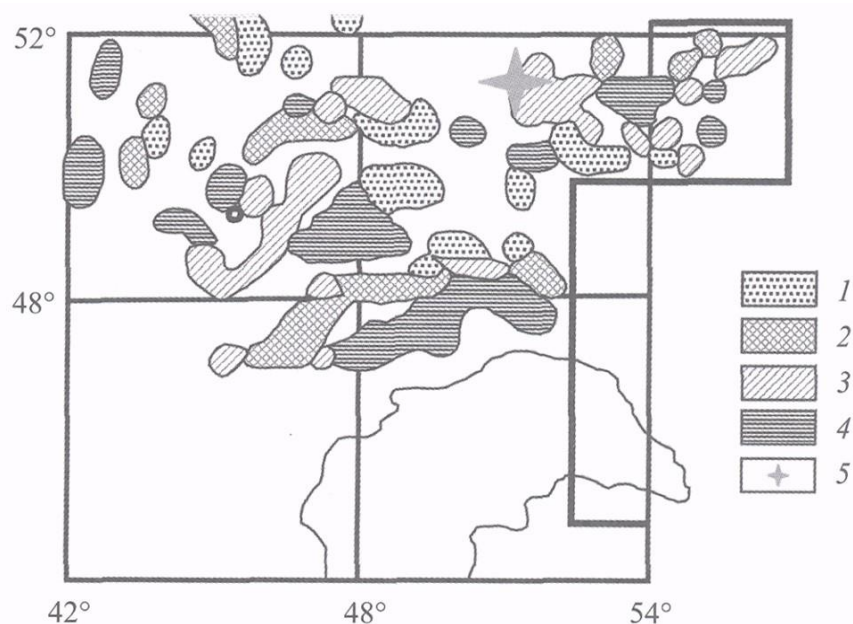


Рис. 7. Распределение прогнозных M_{max} в пределах Прикаспийской впадины [76]

M_{max} : 1 – 3.0–3.9; 2 – 4.0–4.9; 3 – 5.0–5.9; 4 – 6.0–6.4; 5 – положение эпицентра Шалкарского землетрясения 26 апреля 2008 г.

Таким образом, приведенный материал еще раз показывает, что считающиеся традиционно асейсмичными равнинные платформенные территории обладают гораздо более высоким сейсмическим потенциалом, чем принято думать. При этом оценить его традиционными сеймотектоническими методами оказывается чрезвычайно трудно. Внерегionalный сеймотектонический метод в этом отношении оказывается вполне работоспособным, выявляя на дезинтегрированном структурном уровне участки земной коры, характеризующиеся именно такими

ее особенностями, которые связаны с высокой сейсмической опасностью. Применение этого метода позволило за 9 лет до Шалкарского землетрясения предсказать высокий сейсмический потенциал данной сейсмогенерирующей зоны [76].

В основной статье [43] дана исчерпывающая информация о геологическом устройстве района возникновения Шалкарского землетрясения. Район землетрясения по этим материалам принадлежит к северной части Прикаспийской впадины. На Карте разломов территории СССР [67] устанавливается погребенный тектонический разлом общей длиной более 300 км, простирающийся в районе оз. Шалкар в северо-восточном направлении. К востоку от озера, примерно в 5–8 км, происходит кулисное подставление двух протяженных ветвей этого нарушения. Именно в этом месте располагается инструментальный эпицентр главного толчка. Важно отметить, что длинная ось овальных изосейст высших баллов ориентирована в этом же направлении. Согласно решению механизма очага подвижка в очаге представляла собой сбросо-сдвиг. Альтернативные нодальные плоскости простирались одна в близмеридиональном, а другая – в субширотном направлении. Левосторонняя подвижка была характерна для субмеридиональной плоскости. Именно ее, по-видимому, целесообразно принять в качестве действующей.

Максимихинское землетрясение 20 мая с $K_p=14.3$, $M_w=5.3$, $I_0=7$ баллов [51] произошло в Прибайкалье. За первые 5 суток в эпицентральной области землетрясения зарегистрировано 555 последующих событий с $K_p \geq 5.6$, а до конца 2008 г. – более 1600. Землетрясение имело четкие макросейсмические и сейсмологические проявления, что позволяет сформулировать представления о сеймотектонической позиции очага. Изосейсты высших баллов (4 и 5-го) овальной формы вытянуты в северо-восточном, байкальском направлении. Эпицентры афтершоков образуют в плане обширную область, вытянутую в северо-западном или близмеридиональном направлении, хотя подавляющее большинство афтершоков почти в одной «точке», где и главный толчок.

Гипоцентры в наиболее плотной зоне распределения повторных толчков на близмеридиональном разрезе концентрируются в виде узкого «кармана», вертикально погружающегося на глубинах 4–20 км (см. рис. 1 осн. ст. [51]). В целом и область максимального макросейсмического эффекта, и эпицентральное облако афтершоков приурочены к зоне Баргузинского активного разлома, к его подводной юго-западной ветви. Разлом демонстрирует современную геологическую и сейсмическую активность [65, 67, 77], являясь типичным для этой части Байкальской рифтовой зоны левым сдвигом. Согласно решению механизма очага главного толчка близвертикальную плоскость северо-восточного простирания, подвижка по которой интерпретируется как практически чистый левый сдвиг, следует рассматривать в качестве действующей в очаге Максимихинского землетрясения 20 мая 2008 г.

Белин-Бий-Хемское землетрясение с $K_p=15$, $M_{WGCM}=5.7$, $I_0=7$ баллов произошло 16 августа на северо-востоке Республики Тыва, вблизи границ с Республикой Бурятия и Монголией [54]. Оно ощущалось в Иркутской области, Республике Бурятия и Республике Тыва с интенсивностью $I=2-5$ баллов. По названию ближайших к эпицентру крупных рек Белин и Бий-Хем (Большой Енисей) землетрясение было названо Белин-Бий-Хемским.

Эпицентр Белин-Бий-Хемского землетрясения находится в Восточно-Тувинском нагорье в непосредственной близости к Белино-Бусингольской зоне (рис. 7 из осн. ст. [54]), являющейся западным окончанием Байкальской рифтовой зоны (БРЗ). По величине сейсмической энергии в Белино-Бусингольской зоне оно уступает только Бусингольскому землетрясению 1991 г. – одному из сильнейших землетрясений Алтае-Саянской области за инструментальный период [78, 79]. Линейно вытянутая в субмеридиональном направлении область, занятая его афтершоками, субперпендикулярна р. Бий-Хем и Белинской впадине. Эпицентры основных землетрясений и тектоническая обстановка Белино-Бусингольской зоны показаны на рис. 7 из осн. ст. [54].

Эпицентр Белин-Бий-Хемского землетрясения находится в Восточно-Тувинском нагорье в непосредственной близости к Белино-Бусингольской зоне (рис. 7 из осн. ст. [54]), являющейся западным окончанием БРЗ. Три рифтовые впадины – Белинская, Бусингольская, Терехольская, расположенные одна за другой с севера на юг, ограничивают БРЗ с юго-запада.

Механизм очага Белин-Бий-Хемского землетрясения представляет собой практически чистый левосторонний сдвиг по близширотной плоскости и правосторонний – по близмеридиональной плоскости. В дополнение северной границей блока, вмещающего очаговую зону землетрясения, является тектоническое нарушение восток–северо-восточного простирания с левосдвиговой кинематикой, а с юга блок ограничивает левый сбросо-сдвиг северо-восточной

ориентации, трассирующийся вдоль юго-восточного борта Белинской впадины. Очаг Белин-Бий-Хемского землетрясения приурочен к поперечному (меридиональному) разрыву блока, а установленная подвижка в очаге представляет собой чистый правый сдвиг.

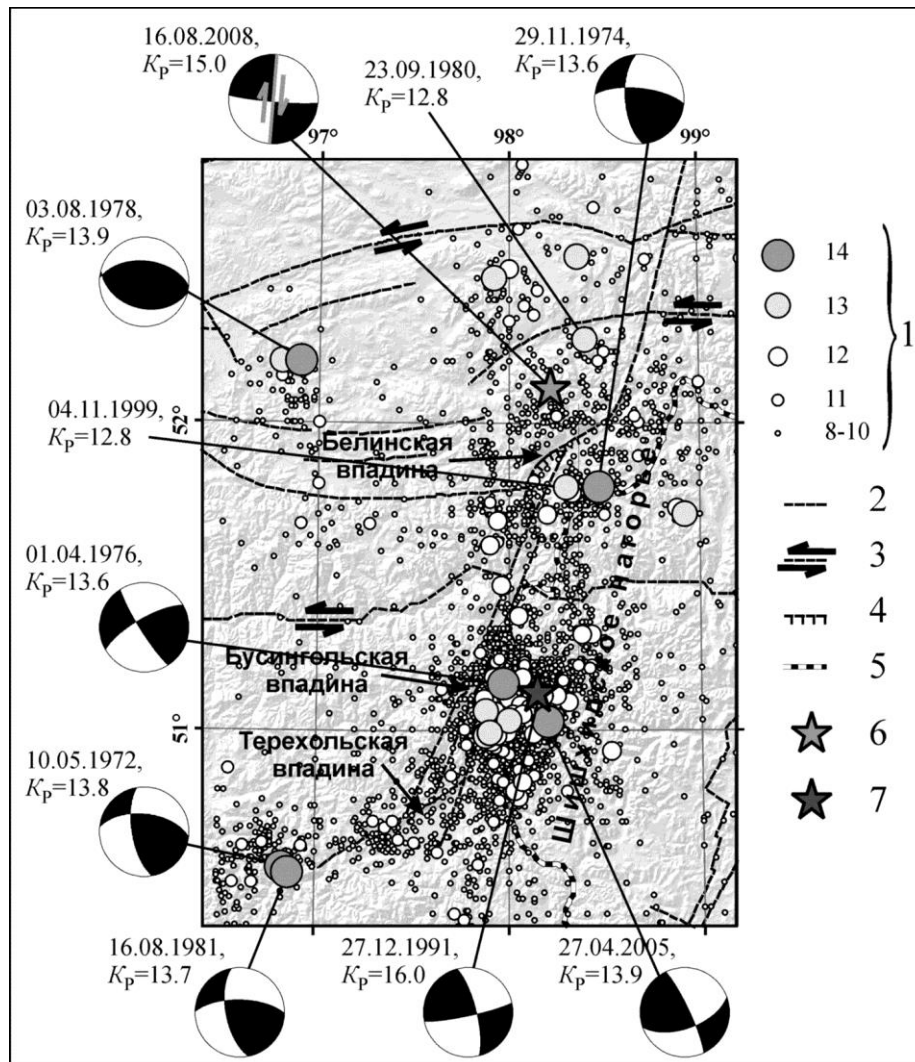


Рис. 7. Эпицентры землетрясений Белино-Бусингольской зоны с $K_p \geq 8$ за период 1963–2007 гг. и Белин-Бий-Хемского землетрясения 16 августа 2008 г. из [54]

1 – энергетический класс K_p ; 2 – разлом по ГИН РАН (под ред. Ю.Г. Леонова); 3, 4 – сдвиги и сбросы соответственно [80]; 5 – государственная граница; 6 – эпицентр Белин-Бий-Хемского землетрясения 2008 г.; 7 – эпицентр Бусингольского землетрясения 1991 г.

На карту нанесены механизмы очагов землетрясений с $K_p > 13.5$ в проекции нижней полусферы: для событий 1972–1981 гг. по [81], 1991 г. по [82], 2005 г. – определения авторов, 2008 г. – [83]. Для механизма очага Белин-Бий-Хемского землетрясения серым цветом выделена реализовавшаяся плоскость разрыва с подвижкой по ней (см. [65]).

Шестибалльное землетрясение – одно – Алданское, произошло 8 ноября 2008 г. с $MS=4.6$, $K_p=13.5$ в Южно-Якутском мезозойско-кайнозойском прогибе на южной окраине древней Сибирской платформы [59]. Эпицентр тяготеет к зоне Станового структурного шва. Становой краевой шов – крупнейший глубинный разлом подвижной области, которому сопутствует гравитационная ступень в подошве земной коры, выявляемая по данным гравиметрических и сейсмических глубинных исследований [84, 85]. В неотектонической структуре ему соответствуют Южно- и Северо-Становые разломы. В [86 и 87] подробно описана исключительно сложная тектоническая обстановка в этом регионе, что осложняет привязку очага Алданского землетрясения.

Между этими крупнейшими разломными структурами расположена Пристановая шовная зона шириной 20–50 км, отделяющая образования Алданского щита, метаморфизованные в гранулитовой фации, от менее метаморфизованных кристаллических образований Становой

складчатой системы [86]. С севера Пристановая зона отделяется от Алданского мегаблока Южно-Якутским взбросо-надвигом, по которому метаморфические образования пояса надвинуты на мезозойские отложения Южно-Якутской системы мезозойско-кайнозойских впадин. Согласно решению механизма очага [88], кинематический тип подвижки в очаге под действием преобладающих близгоризонтальных напряжений сжатия северо-восточной ориентации соответствовал взбросу с левосторонним сдвигом по близширотной плоскости и правостороннему сдвигу с компонентами взброса по близмеридиональной плоскости.

Сравнивая параметры механизма очага с особенностями проявлений Алданского землетрясения, можно отметить, что обе плоскости разрыва в очаге являются рабочими, т.к. простирающие изосейст (см. рис. 3 осн. ст.) совпадают с ориентацией близширотной плоскости, а зона афтершоков вытянута по направлению, близкому к простираению близмеридиональной плоскости. Никакого крупного разлома меридиональной ориентировки не наблюдается. Авторы статьи в настоящем сборнике [59], считают, что обе плоскости можно рассматривать в качестве действующих, хотя обычно землетрясения такой магнитуды характеризуются структурой очага, развитой вдоль одной плоскости. Поэтому на основании имеющихся данных дать исчерпывающую оценку тектонической привязки очага не представилось возможным.

Наконец, более слабые сотрясения с $I_0=5-6$ баллов, 5 баллов и 4 балла возникли на западе Черного моря (Змеиное [49]), в Татарстане (Альметьевское-III [36]) и в Северной Осетии (Хаталдонское [50]) соответственно. Рассмотрим их в этой последовательности.

Змеиное землетрясение произошло 7 мая в северо-западной части шельфа Черного моря вблизи о. Змеиный с расчетной интенсивностью в эпицентре $I_0^p=5-6$ баллов. Землетрясение ощущалось на Украине, в Молдове, Румынии, Болгарии. На Черноморском побережье в Одесской области оно достигло 4 баллов [49]. Непосредственно к югу от о. Змеиный трассируется Тархантусский разлом близширотного простираения, разделяющий на дне Черного моря область позднепалеозойской складчатости, располагающуюся к югу (поднятие Губкина), и мезозойскую складчатую зону триас-юрского заложения – к северу (Придунайское поднятие) [67]. Другое тектоническое нарушение меридиональной ориентировки обнаружено к западу от о. Змеиный примерно в 50 км. Оба разлома установлены в основном геофизическими методами, подтверждены данными бурения, являются скрытыми, непосредственно на поверхность дна не выходят. Поэтому их точное положение не всегда известно. Согласно решению механизма очага, землетрясение произошло под действием близмеридионально ориентированных горизонтальных сил сжатия. Обе нодальные плоскости близширотного простираения [89]. Простирающие нодальной плоскости $NP2$ близко к направлению распространения разрыва, полученного из азимутального годографа времен запаздывания максимальных фаз продольных волн [90]. Вероятно, именно эта плоскость является главной, по которой произошла подвижка в очаге. Это решение согласуется с сеймотектоническими условиями района широтного сочленения южного борта Придунайского поднятия и северного борта поднятия Губкина по зоне Тархантусского разлома [91].

Альметьевское-III техногенное землетрясение 29 мая имело небольшую магнитуду и интенсивность ($M_L=3.6$, $I_0=5$) [36]. Глубина гипоцентра составила около 1 км. Для землетрясения не получено ни решения фокального механизма, ни карты изосейст. Район возникновения землетрясения в тектоническом плане приурочен к южной части Татарского свода. Глубина поверхности кристаллического фундамента в данном районе изменяется в диапазоне 1.5–2.0 км. Следовательно, сейсмический очаг располагался в толще осадочного чехла. При довольно сложном тектоническом устройстве Татарского свода и ограниченности сейсмических характеристик затруднительно определить конкретное тектоническое нарушение, ответственное за данное событие.

Эпицентральная область Хаталдонского землетрясения 11 мая находится в зоне Владикавказского глубинного разлома. Эта зона представляет собой региональную границу между альпийским складчато-глыбовым сооружением Большого Кавказа и Предкавказским прогибом (Осетинской впадиной). В верхних горизонтах осадочного чехла зоне разлома соответствует крупнейшая региональная флексурно-разрывная система нарушений в породах палеогена и миоцена и в плиоцен-четвертичных слоях [92]. В поле горизонтальных градиентов силы тяжести граница между Большим Кавказом и Осетинской впадиной характеризуется аномально высокими значениями горизонтальных градиентов, т.е. региональной гравитационной ступенью.

Деформации позднеплейстоцен-голоценовых террас, связанные с тремя ветвями Владикавказской зоны, впервые были детально описаны Е.Е. Милановским [93] почти полвека тому назад. Позднее разлом появился на карте разломов СССР и сопредельных территорий [67]. В итоге, согласно линеаментно-доменно-фокальной модели, разработанной для создания нормативных карт ОСР-97, зона Владикавказского разлома представлена в качестве сейсмолинеамента с $M_{\max}=6.5$ [94]. По данным внерегионального сейсмотектонического метода, основанного на кластерном анализе комплекса геолого-геофизических данных, максимальный сейсмический потенциал этой зоны на разных отрезках был определен как $M_{\max}=6.5-7.1$ [95].

В результате этих и других исследований было установлено, что зона Владикавказского разлома представляет собой потенциально опасную в сейсмическом отношении неоднородность земной коры. В процессе полевых работ 2007–2009 гг., проведенных сотрудниками ИФЗ РАН, приповерхностное строение разломной зоны было изучено геолого-геоморфологическими методами, а глубинное строение исследовано методом низкочастотного микросейсмического зондирования [96].

Обнаружено, что все три ветви зоны разлома выражены в смещениях молодых террасовых уровней и слагающих их осадков. В пользу проявлений активизации разломной зоны в прошлом именно в сейсмической форме свидетельствуют разрывные смещения молодых отложений, а также коллювиальные клинья и погребенные слои палеопочв в опущенных крыльях разрывов. Используя статистические соотношения магнитуды землетрясений с размерами зон распространения разновозрастных сейсмодислокаций, амплитудами импульсных, сейсмотектонических смещений, и их кинематикой [97], можно предположить, что магнитуда породивших эти палеосейсмодислокации сейсмических событий составляла 6.5–6.7. Описанные деформации позволяют полагать, что в прошлом все ветви Владикавказской разломной зоны испытывали импульсные обновления, причиной чего являлись землетрясения. При этом, помимо сейсморазрывов, происходило образование и крупных блоковых оползней.

Полевые инструментальные исследования глубинной структуры зоны Владикавказского разлома методом низкочастотного микросейсмического зондирования позволили провести сегментацию зоны Владикавказского разлома в целом, по степени ее современной активности. Наиболее активным является ее западный фланг [97], где и возникло Хаталдонское землетрясение.

Таким образом, эпицентральная зона Хаталдонского землетрясения 11 мая 2008 г. на описанном сейсмотектоническом фоне занимает четкую позицию в зоне Владикавказского разлома. Овальная в плане изосейста 4-го балла располагается между северной и южной ветвями этой дизъюнктивной зоны. Учитывая глубину гипоцентра, по разным оценкам от 7 до 17 км, очаг мог располагаться в нижней части листрически погружающейся к северу южной ее ветви. Тогда в качестве действующей в очаге можно признать плоскость, полого падающую на северо-запад под углом 24° . При этом подвижка по ней представляла собой надвиг.

Далее кратко рассмотрены особенности сейсмического процесса в отдельных регионах I–XV [1] и территориях Северной Евразии за 2008 г.

Сейсмичность по регионам. Почти во всех регионах оценка интенсивности сотрясений ощутимых землетрясений проведена по шкале MSK-64 [98], за исключением Крыма, где при обследовании Змеиногорского землетрясения [49] использовалась шкала MMSK-84 [99], Прибайкалья и Забайкалья, где использовались шкалы MMSK-92 [100] и ЕЕЕ [63], а также Курило-Охотского региона, где добавленные *ред.* в региональный каталог [48] и в каталог сильных землетрясений Евразии [4] сведения из [3] об интенсивности сотрясений содержат ее оценку по японской шкале JMA [101]. Суммарное число ощутимых в 2008 г. землетрясений составило 285 (табл. 1).

В регионе Карпаты (I) зарегистрировано 92 землетрясения с $K_p=6.2-11.7$, [8] что в 1.3 раза меньше, чем в 2007 г. [29]. Максимальное ($K_p=11.7$) из них произошло 6 сентября на глубине $h=21.9\pm 0.7$ км. Количество выделившейся сейсмической энергии составило $\Sigma E=9.42\cdot 10^{11}$ Дж [8], что почти в 2 раза больше таковой в 2007 г. ($\Sigma E=5.66\cdot 10^{11}$ Дж [29]). Основной вклад ($9.01\cdot 10^{11}$ Дж) в суммарную энергию реализован от землетрясений Вранча с $K_p=8.5-11.1$ и промежуточными глубинами очагов $h=88-158$ км.

В Крыму (II) второй год подряд сейсмическая обстановка примечательна тем, что зафиксированы землетрясения в каждом из девяти районов региона. Уровень сейсмичности в 2008 г. [14],

относительно такового в 2007 г. [29], повысился как по числу землетрясений (61 вместо 48), так и по величине суммарной сейсмической энергии ($5.07 \cdot 10^{12}$ Дж вместо $6.83 \cdot 10^{11}$ Дж) главным образом за счет упомянутого выше землетрясения 7 мая с $K_p=12.7$ в Черном море вблизи о. Змеиный, в очаге которого высвобожденная энергия составила $5.01 \cdot 10^{12}$ Дж, или 98.9 % от всей энергии.

В регионе Кавказ (III) в 2008 г. сейсмичность Северного Кавказа, Азербайджана и Армении рассматриваются раздельно. Данными по Грузии редакция не располагала, последние материалы по сейсмичности Грузии в 2004 году были присланы в редакцию в 2010 году [102].

На двух оставшихся территориях Кавказа – Северном Кавказе и Азербайджане – изменения в уровнях сейсмичности в 2008 г., относительно таковых в 2007 г., противофазны. Действительно, на Северном Кавказе возросло и число землетрясений в 1.9 раз (1937 вместо 1025) и суммарная энергия в 2.4 раза ($3.51 \cdot 10^{14}$ Дж вместо $1.43 \cdot 10^{14}$ Дж) [15], тогда как в Азербайджане уменьшилось и число землетрясений в 1.3 раза (503 вместо 613), и суммарная энергия в 2.1 раза ($3.39 \cdot 10^{12}$ Дж вместо $7.34 \cdot 10^{12}$ Дж) [14, 29]. Возможно, это произошло из-за высокоактивного очага на Северном Кавказе – Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14.5$, $M_S=5.6$, $M_w=5.8$, описанного выше и еще в двух статьях [56, 57] и двух приложениях [68, 103] настоящего сборника.

Анализ сейсмичности Армении проводился на территории в пределах ее государственной границы, без 30-км зоны перекрытия. Годовые числа землетрясений за 2006–2008 гг. (после исключения возможных взрывов) оказались равными $\Sigma N_{2006}=115$, $\Sigma N_{2007}=144$, $\Sigma N_{2008}=108$, а суммарная высвобожденная в их очагах энергия составила $\Sigma E_{2006}=6.05 \cdot 10^{10}$ Дж, $\Sigma E_{2007}=4.08 \cdot 10^{11}$ Дж, $\Sigma E_{2008}=4.67 \cdot 10^{10}$ Дж соответственно. Следовательно, в пределах Армении число землетрясений и сейсмическая энергия за 2008 г., по сравнению с таковыми за 2007 г., уменьшились в 1.3 и 8.7 раз. Наиболее сильным в 2008 г. было землетрясение 24 апреля с $K_p=10.0$, которое тем не менее вызвало сотрясения с интенсивностью до 4 баллов [104].

2 сентября произошло землетрясение в Иране с $K_p=12.8$ [105], которое ощущалось на юге Армении (в Мегри – 5 баллов, Капане, Сисиане, Горисе – 4 балла, в Джермуке, Ехегнадзоре – 3 балла [104]) и на юге Азербайджана (в Джульфе – 5 баллов [106]).

В регионе Копетдаг (IV) уже пятый год подряд происходит неуклонное 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 [29], в 2008 г. – $\Sigma E=6.77 \cdot 10^{12}$ Дж [16]. Каталог землетрясений Копетдага за 2008 г. [107] содержит параметры 246 землетрясений с $K_p \geq 8.6$. Наиболее сильное землетрясение региона $K_p=12.3$ произошло 3 июля в 200 км от границ Туркменистана, возле иранского г. Тербеде-Хейдерие. Сведений об ощутимости землетрясений по-прежнему очень мало. Зафиксированы лишь слабые колебания 2–3 балла от трех землетрясений (23 февраля с $K_p=11.6$, 3 апреля с $K_p=9.5$, 17 июля с $K_p=11.8$) в трех населенных пунктах [107].

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

В Центральной Азии в 2008 г. произошло значительное увеличение числа землетрясений (почти в два раза) и суммарной энергии ($N_\Sigma=911$, $\Sigma E=1.05 \cdot 10^{16}$ Дж [108]), по сравнению с таковыми в 2007 г. ($N_\Sigma=486$, $\Sigma E=7.03 \cdot 10^{14}$ Дж [29]). Более того, сейсмическая энергия в 2008 г. выше всех годовых значений энергии за период 1996–2007 гг. Это связано с восьмибалльным землетрясением Нура 5 октября с $K_p=15.4$, $M_w=6.7$ [58], описанным выше.

В Таджикистане в 2008 г. локализовано $N_\Sigma=5754$ землетрясений с $K_p=8.6$ –14.3, из них 1726 коровых (с $h < 70$ км) и 4028 глубоких (с $h \geq 70$ км) [17], что значительно выше аналогичных значений (688 и 1946) в 2007 г. [29]. Это связано с развертыванием в Таджикистане сети цифровых станций [27], обладающих более высокой чувствительностью по сравнению с сетью аналоговых станций. Среди коровых землетрясений выделена подозрительная группа из 54 эпицентров слабых ($K_p=8.6$ –9.2) толчков на северо-западе Ленинабадской области [109], которые имеют теперь в каталоге [26] метку «возможно взрыв». Максимальным из коровых землетрясений является землетрясение Нура, включенное в [26], т.к. локализовано в 5 км от границы с Таджикистаном, но с более низкой оценкой его энергетического класса на уровне $K_p=15.0$. Максимальная энергия глубоких землетрясений, как и в 2007 г., находилась на уровне 14-го

класса [29]. Таких землетрясений зарегистрировано три на глубинах 170, 190 и 220 км (29 декабря с $K_p=14.4$, 6 сентября с $K_p=13.8$ и 5 сентября с $K_p=14.5$ соответственно). Они ощущались в г. Душанбе интенсивностью 3–4 балла [26]. Для 56 землетрясений собраны из разных источников решения механизмов очагов [110].

В пределах Казахстана в 2008 г. самый большой макросейсмический эффект ($I_0=7$ баллов) наблюдался в Западном Казахстане при описанном выше Шалкарском землетрясении 26 апреля с $K_p=11.1$ [43], приведшем к разрушениям в двух поселках. В то же время на картах сейсмического районирования Казахстана район Прикаспия относится к асейсмичным. Очевидно, карта сейсмического районирования Казахстана нуждается в корректировке. В целом за 2008 г. локализовано 552 землетрясения с $K_p=6.6$ –12.4 с суммарной энергией $\Sigma E=8.64 \cdot 10^{12}$ Дж [111], что ниже аналогичных показателей ($N=587$ и $\Sigma E=3.58 \cdot 10^{13}$ Дж) в 2007 г. [29].

В регионе Алтай и Саяны (VI) отмеченный в [29] рост числа землетрясений, особенно сейсмической энергии, продолжился и в 2008 г.: в 2006 г. – $N_{\Sigma}=1068$, $\Sigma E=1.14 \cdot 10^{12}$ Дж; в 2007 г. – $N_{\Sigma}=1178$, $\Sigma E=1.60 \cdot 10^{12}$ Дж [29]; в 2008 г. – $N_{\Sigma}=1839$, $\Sigma E=1.08 \cdot 10^{15}$ Дж [25]. Одной из причин являются незатухающие процессы в очаговой зоне Чуйского землетрясения 27.09.2003 г. с $MS=7.3$ [22], правда, на уровне слабых событий, о чем свидетельствуют наблюдения 19 временных станций [21]. Впервые после 2003 г. афтершоковый процесс в Чуйско-Курайской зоне по уровню высвобожденной сейсмической энергии не доминирует над всем Алтае-Саянским регионом [25]. Неординарным в 2008 г. явилось самое сильное в регионе Белин-Бий-Хемское землетрясение 16 августа с $K_p=15$, $M_w=5.7$ [54] на севере Белино-Бусингольской зоны, соседствующей с Байкальской рифтовой зоной. Оно описано выше.

В регионе Прибайкалье и Забайкалье (VII) в 2008 г. зарегистрировано 9098 сейсмических событий с $K_p \geq 4$, из них 8733 (96 %) локализованы в Байкальской рифтовой зоне [112]. Часть из них ($N_{\Sigma}=1057$) с $K_p \geq 7.6$ публикуется в наст. сб. [113]. Третий год наблюдается рост сейсмичности 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 [29]; в 2008 г. – $N_{\Sigma}=9098$, $\Sigma E=8.17 \cdot 10^{15}$ Дж [112]. В районах Южного и Среднего Байкала произошли уникальные в своем роде Максимихинское ($M_w=5.3$, $I_0=7$) и Култукское ($M_w=6.3$, $I_0=8$ –9) землетрясения, описанные выше, а также в двух статьях наст. сб. [51, 55] и двух Приложениях [114, 115]. В их эпицентральных областях оказалось возможным сформировать однородные выборки механизмов очагов, вычислить по методу С.Л. Юнги средние тензоры сейсмических моментов и преобладающие режимы сеймотектонического деформирования земной коры. Выяснилось, что в районе максимихинских событий преобладает режим горизонтального северо-западного удлинения (растяжения), а в районе култукских – субмеридионального горизонтального растяжения со сдвигом (режим трансенсии). При этом в обоих случаях вклад вертикальной составляющей в общую деформацию достаточно мал.

В Приамурье и Приморье (VIII) в 2008 г. локализованы 966 сейсмических событий, из них 524 коровых ($h=3$ –30 км) землетрясений, 8 – глубокофокусных с $h=301$ –558 км, а 434 события отнесены к категории «возможно взрыв» [116], причем число взрывов возросло, по сравнению с таковым (316) в 2007 г. [29]. Связано это главным образом с активным освоением территории Приамурья – строительством нефтепровода ВСТО, прокладкой новых дорог, возведением крупных промышленных объектов, увеличением числа карьеров и рудников. Наиболее сильное ($K_p=13.6$, $MLH=5.4$, $M_{wGCMT}=5.1$) коровое ($h=16$ км) землетрясение произошло 17 июня в непосредственной близости к Зейской ГЭС. Оно вызвало в ближайших к эпицентру населенных пунктах сотрясения с максимальной в 2008 г. интенсивностью $I=4$ –5 баллов [30]. Среди глубокофокусных землетрясений наиболее значительными событиями 2008 г. оказались землетрясения 19 мая с $MPVA=6.6$, $M_{wGCMT}=5.7$ южнее Владивостока на глубине $h=518 \pm 10$ км и 29 июня с $MPVA=6.2$, $M_{wGCMT}=6$ на глубине $h=319 \pm 7$ км, восточнее пос. Терней, на шельфе Японского моря. Для 5 землетрясений определены параметры механизмов очагов [117].

В регионе Сахалин (IX) в 2008 г. зарегистрированы 209 сейсмических событий (182 – мелкофокусных ($h \leq 14$ км), 11 глубокофокусных ($h=294$ –335 км) и 16 – «возможно взрыв» [118]. В 2008 г. произошел спад сейсмичности после серии сильных Невельских землетрясений [119]: сейсмическая активность мелкофокусных землетрясений, по сравнению с таковой в 2007 г.,

снизилась по числу землетрясений (с 617 до 182) и по энергии (с $301.33 \cdot 10^{12}$ Дж до $1.04 \cdot 10^{12}$ Дж) [29]. Уменьшилось число ощутимых землетрясений с 46 до 27 [10, 29], максимальная интенсивность сотрясений в 2008 г. составила 4–5 баллов [118].

В Курило-Охотском регионе (X) в 2008 г. продолжались афтершоки Симуширских землетрясений 15.11.2006 г. с $M_w=8.3$ и 13.01.2007 г. с $M_w=8.1$ [120], их активность снизилась [11]. Из 572 землетрясений 2008 г. [58] 410 возникли в верхнем слое с $h \leq 80$ км, 141 – в промежуточном с $h=81-300$ км и 21 – глубоких с $h > 300$ км. Информация о 242 землетрясениях опубликована в дополнительном каталоге [121]. Самое сильное ($MLH=6.4$) из коровых ($h=24$ км) землетрясений возникло 3 марта [48]. Эпицентры глубоких ($h > 300$ км) землетрясений расположены в акватории Охотского моря, самое сильное ($M_{wGCMT}=7.7$ $h=604 \pm 7$ км) из которых возникло 5 июля. Оно описано выше и в отдельной статье наст. сб. [53]. Ощутимы были 58 землетрясений [48] с максимальной интенсивностью $I=4$ балла, которая низка для региона. Механизмы очагов определены для 53 землетрясений [122].

В регионе Камчатка и Командорские острова (XI) в 2008 г. локализовано 4693 землетрясения с $K_S=3.7-15.7$, из них 822 с $K_S \geq 8.6$ помещены в каталог [31]. Суммарная сейсмическая энергия составила $\Sigma E=6.73 \cdot 10^{15}$ Дж. Это в семь раз выше ее среднегодового значения ($\Sigma E_{cp}=9.1 \cdot 10^{14}$ Дж) за 1962–2007 гг. [13], что связано с Охотоморскими землетрясениями 5 июля с $K_S=15.7$, $M_w=7.7$, $h=610$ км и 24 ноября с $K_S=15.2$, $M_w=7.3$, $h=564$ км [53]. Для обоих землетрясений наблюдается смещение макросейсмического эпицентра относительно инструментального, характерное для глубоких землетрясений из зоны субдукции. Механизмы очагов, определенные для 33 землетрясений с $K_S \geq 11.6$, отражают движение Тихоокеанской плиты под Охотоморскую [123].

Продолжается мониторинг сейсмической активности вблизи вулканов Камчатки [124]. По сравнению с ситуацией в 2007 г. [29], произошло уменьшение сейсмической активности в районе Северной группы вулканов (в 2007 г. – $N_\Sigma=13332$, $\Sigma E=39.8 \cdot 10^8$ Дж; в 2008 г. – $N_\Sigma=9353$, $\Sigma E=27.4 \cdot 10^8$ Дж) и ее увеличение в районе Авачинской группы (в 2007 г. – $N_\Sigma=212$, $\Sigma E=5.2 \cdot 10^6$ Дж; в 2008 г. – $N_\Sigma=1015$, $\Sigma E=1.8 \cdot 10^8$ Дж). Снижение числа локализованных землетрясений в районе Северной группы вулканов связано с высоким уровнем вулканического дрожания, которое наблюдалось во время терминального извержения Ключевского вулкана, продолжавшегося в течение октября – декабря. Усиление сейсмической активности в районе Авачинской группы вулканов связано с активизацией Корякского вулкана. Начиная с марта, в постройке вулкана стали регистрироваться землетрясения, а в декабре были зафиксированы парогазовые выбросы.

В регионе Северо-Восток России (XII) подавляющая часть землетрясений возникла в районе Колымы – 202 из 215 [19]. Самое сильное ($K_p=13.2$) землетрясение произошло 4 октября в 132 км севернее г. Охотск, где его ощущали с интенсивностью $I=3$ балла [33]. Механизм его очага – сдвиг с компонентами взброса по обеим плоскостям: правосторонний [125]. Поскольку землетрясение тяготеет к Ульбейскому разлому протяженностью более 500 км север–северо-западного простирания [126] с выраженным правосторонним сдвигом, то в качестве действующей плоскости разрыва может быть выбрана плоскость NPI . Как отмечено в [29], в регионе с 2005 г. наблюдается рост числа землетрясений (2005, 2006, 2007 гг. – $N_\Sigma=91, 101, 132$), который продолжен и в 2008 г. с $N_\Sigma=215$. В суммарной энергии такого постоянного тренда не было (2005, 2006, 2007 гг. – $\Sigma E=1.79 \cdot 10^{12}$ Дж, $11.7 \cdot 10^{12}$ Дж, $1.25 \cdot 10^{12}$ Дж [29]), хотя в 2008 г. суммарная энергия в 2008 г. ($17.5 \cdot 10^{12}$ Дж) больше, чем в любом из перечисленных годов.

В регионе Якутия (XIII) в 2008 г., так же как и в 2007 г. [29], одной из активных была Олёкма-Становая тектоническая зона, где все еще заметна очаговая зона Чаруодинского роя 2005 г. Здесь наибольшая суммарная сейсмическая энергия ($\Sigma E=3.22 \cdot 10^{13}$ Дж) выделилась в районе Станового хребта, в основном в очаге ощутимого Алданского землетрясения 8 ноября с $K_p=13.5$, $MS=4.6$, $h_{rp}=19$ км [59]. Суммарная за год в регионе сейсмическая энергия ($\Sigma E=4.02 \cdot 10^{15}$ Дж [127]) более чем на два порядка выше ее величины в 2007 г. ($1.380 \cdot 10^{13}$ Дж [29]). При этом 99 % энергии выделилось в районе хр. Черского на северо-востоке Якутии, 0.8 % пришлось на район Станового хребта в Южной Якутии и лишь 0.2 % энергии распределось в остальных районах. В районе хр. Черского 22 июня возникло детально рассмотренное выше Андрей-Тасское землетрясение с $K_p=15.6$ [52], в очаге которого выделилось 94 % от всей

годовой энергии в регионе. К тому же после него была серия из 133 афтершоков [128]). В целом пространственное распределение эпицентров землетрясений Якутии в 2008 г. вновь подтвердило наличие двух активных сейсмических зон (Черского – на северо-востоке) и (Олёкмо-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 пяти его территорий: Баренц-Евро/Арктического региона (прежде называвшегося «Восточная часть Балтийского Щита»), Беларуси, Архангельской области, Республики Коми и Урала.

На территории *Баренц-Евро/Арктического региона* по результатам мониторинга зарегистрировано 3327 сейсмических событий, из которых 182 с $M_L > 3$. Большинство событий идентифицированы как промышленные взрывы на рудниках Мурманской области, и лишь 40 событий, представленных в годовом каталоге [34], отнесены к землетрясениям. Максимальным ($M_L = 6.2$) явилось описанное выше уникальное землетрясение 21 февраля к югу от Шпицбергена, с огромной серией афтершоков ($N_a = 23607$ с $M_L \geq 0$) [18].

В *Беларуси* в течение 2008 г. сейсмичность проявилась, как и ранее [29], в южной ее части, в Солигорском горно-промышленном районе. Выделившаяся в 2008 г. сейсмическая энергия составила $4.28 \cdot 10^8$ Дж [20], что почти в два раза меньше соответствующей величины ($8.14 \cdot 10^8$ Дж) в 2007 г. [29], при почти неизменном числе землетрясений. В тектоническом плане основная часть событий, зарегистрированных в 2008 г., приурочены к зоне сочленения северо-западной части Припятского прогиба и Белорусской антеклизы.

В *Архангельской области* в 2008 г. тектонических землетрясений не было [129].

Республика Коми представлена в сборнике «Землетрясения Северной Евразии» только второй раз. В 2008 г. 22 сентября зарегистрировано землетрясение с $K_p = 8.9$ на юге Республики Коми [40], в Койгородском районе недалеко от Сысольского землетрясения 1939 г. [41]. Согласно карте районирования территории Коми [130], землетрясение 22 сентября [131] попадает в 7-балльную зону. Регистрация сейсмических событий на территории Коми свидетельствует о ее неотектонической и сейсмической активизации на современном этапе.

На *Урале* в 2008 г. региональной сетью было зафиксировано более 450 взрывов и лишь 18 сейсмических событий [132], в том числе 10 горно-тектонических ударов, одно обвальное событие, связанное с затоплением рудника и одно событие [39] с $M_L = 1.8$ нетектонической природы, описанное в этой статье ранее.

В Арктическом бассейне (XV) в 2008 г. мировой сетью [3] зарегистрировано 72 землетрясения [7]. Картина распределения их эпицентров в 2008 г. типична для данного района Арктики: линейно вытянутая сейсмоактивная зона, протягивающаяся через глубоководную часть Арктического бассейна и внедряющаяся на шельф моря Лаптевых, с которой связаны 69 землетрясений (почти 96 % от общего числа). По ней проходит граница Евразийской и Североамериканской литосферных плит. В глубоководной части Северного Ледовитого океана она приурочена к гребню подводного хр. Гаккеля, являющегося продольной осью Евразийского суббассейна.

Заключение. Представленный в настоящем сборнике материал позволил составить полную картину хода сейсмических процессов на всей территории Северной Евразии в 2008 году. По-прежнему наиболее высокая активность наблюдалась на Камчатке и в Средней Азии. В целом уровень сейсмичности Северной Евразии в 2008 году может быть отнесен к умеренному.

Вместе с тем следует выделить землетрясения, принесшие непосредственно на территорию Северной Евразии большие разрушения и человеческие жертвы. Это 8-балльное землетрясение Нура 5 октября и 7–8-балльное Курчалойское землетрясение 11 октября, унесшие жизни 74 и 13 человек соответственно. Более сильное – 8–9-балльное – Култукское землетрясение 27 августа на Южном Байкале, хоть и ощущалось на огромной территории в пределах Восточной Сибири и Северной Монголии и сопровождалось тяжелыми повреждениями некоторых зданий и многочисленными случаями камнепадов, обвалов и осыпей в плейстосейстовой области, но жертв не было.

В 2008 г. реализовался также ряд уникальных событий, как Стур-фьордское землетрясение – на Шпицбергене, Шалкарское – в Прикаспийской впадине Казахстана, и нетектоническое Воткинское землетрясение – на Урале. Приведенный материал по Шалкарскому землетрясению еще раз показывает, что считающиеся традиционно асейсмичными равнинные платформенные территории обладают гораздо более высоким сейсмическим потенциалом. Следует отметить, что высокий сейсмический потенциал Прикаспийской впадины был предсказан за 9 лет до Шалкарского землетрясения.

В целом, используя геолого-геофизическую информацию, практически для всех сильных и ощутимых землетрясений 2008 года удалось определить их сеймотектоническое положение.

Л и т е р а т у р а

1. **Введение.** (См. в наст. сб.).
2. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2008 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2008–2009. – URL: http://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2008/.
3. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2008.** – Berkshire, United Kingdom: ISC, 2010.
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. **Аветисов Г.П.** Арктический бассейн // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 258–261.
7. **Аветисов Г.П. (сост.).** Каталог землетрясений Арктического бассейна за 2008 г. (N=72). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
8. **Вербицкий С.Т., Стасюк А.Ф., Чуба М.В., Пронишин Р.С., Келеман И.Н., Гаранджа И.А., Вербицкий Ю.Т.** Карпаты. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
9. **Амиров С.Р., Асманов О.А., Даниялов М.Г., Левкович Р.А., Мусалаева З.А.** Дагестан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
10. **Фокина Т.А., Кислицына И.П., Сафонов Д.А., Михайлов В.И.** Сахалин. (См. раздел (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
11. **Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Дорошкевич Е.Н., Михайлов В.И.** Курило-Охотский регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
12. **Технический паспорт сейсмической станции «Грозный» типа UGRA.** – Обнинск. Фонды ГС РАН, 2008. – 5 с.
13. **Чебров В.Н., Матвеев Е.А., Митюшкина С.В., Иванова Е.И., Гусева Е.М., Левина В.И., Ландер А.В., Шевченко С.А., Гусева Е.М.** Камчатка и Командорские острова. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
14. **Свидлова В.А., Пустовитенко А.А., Пасынков Г.Д.** Крым. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
15. **Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Головкова Л.В.** Северный Кавказ. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
16. **Аннаорова Т.А., Безменова Л.В., Петрова Н.В., Сарыева Г.Ч., Чарыев М.М.** Копетдаг. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
17. **Улубиева Т.Р., Михайлова Р.С., Рислинг Л.И.** Таджикистан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
18. **Баранов С.В., Петров С.И.** Баренц-Евро/Арктический регион. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
19. **Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Карпенко Л.И., Седов Б.М.** Северо-Восток России. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
20. **Аронов А.Г., Сероглазов Р.Р., Аронова Т.И., Ацуга О.Н., Аронов В.А.** Беларусь. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).

21. Еманов А.А., Лескова Е.В., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Колесников Ю.И., Сёмин А.Ю., Рубцова А.В., Демидова А.А. Сведения о сейсмических станциях временной локальной сети Алтае-Саянского филиала ГС СО РАН в 2008 г. (См. Приложение в наст. сб. на CD).
22. 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 $MS=7.3$, $K_p=17.1$ (Горный Алтай) // Землетрясения Северной Евразии, 2003 год. – Обнинск: ГС РАН, 2009. – С. 326–343.
23. Михайлов В.И. III.1.2 Юг о. Сахалин // Землетрясения России в 2008 году. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 79–84.
24. Паршина И.А. (отв. сост.), Урбан Н.А., Рунова А.И. (сост.). Каталог землетрясений ($N=1486$) и взрывов ($N=17$) юга Сахалина в 2008 г. по данным локальной сети. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
25. Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Филина А.Г., Еманов А.А., Фатеев А.В., Дураченко А.В. Алтай и Саяны. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
26. 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. Каталог землетрясений Таджикистана за 2008 г. ($N=5754$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
27. Негматуллаев С.Х. Современная сеть сейсмического мониторинга Таджикистана // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 125–131.
28. Хусейнова Г.А. Параметры аналоговых сейсмических станций ИГССС в 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
29. 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.
30. Коваленко Н.С. (отв. сост.), Величко Л.Ф., Донова Т.Я., Федоркова Г.В. Каталог землетрясений ($N=532$) и взрывов ($N=434$) Приамурья и Приморья за 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
31. Чеброва А.Ю., Матвеев Е.А., Шевченко Н.А. (отв. сост.), Бахтиярова Г.М., Митюшкина С.В., Пархоменко С.А., Пилипенко Л.В., Раевская А.А. (сост.). Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2008 г. ($N=822$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
32. Козьмин Б.М., Шibaев С.В., Тимиршин К.В. (отв. сост.), Петрова В.Е., Захарова Ж.Г., Каратаева А.С., Москаленко Т.П. (сост.). Каталог землетрясений Якутии за 2008 г. ($N=317$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
33. Алёшина Е.И., Комарова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2008 г. ($N=238$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
34. Баранов С.В., Петров С.И., Нахшина Л.П. Каталог землетрясений Мурманской области ($N=14$), Норвегии, Финляндии ($N=6$) и на архипелаге Шпицберген ($N=20$) в 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
35. Шебакин Н.В. Коэффициенты уравнения макросейсмического поля по регионам // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 30.
36. Габсатарова И.П., Бабкова Е.А., Огаджанов В.А., Маслова М.Ю., Огаджанов А.В., Михайлова Р.С. Альметьевское-III землетрясение 29 мая 2008 г. с $ML=3.6$, $I_0^p=5$ (Татарстан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
37. Вейс-Ксенофонтова З.К., Попов В.В. К вопросу о сейсмической характеристике Урала // Труды СИ АН СССР. № 104. – М.: АН СССР, 1940. – С. 12–23.
38. Ананьин И.В. Альметьевское и Нефтегорское землетрясения // Землетрясения в СССР в 1986 году. – М.: Наука, 1989. – С. 180–183.
39. Маловичко А.А., Дягилев Р.А., Маловичко Д.А., Верхоланцева Т.В., Верхоланцев Ф.Г., Голубева И.В. Урал. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
40. Удоратин В.В., Носкова Н.Н., Французова В.И. Конечная Я.В. Республика Коми. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
41. Никонов А.А., Чепкунас Л.С., Удоратин В.В. Сысольское землетрясение 13 января 1939 г. на Русском Севере (ревизия данных) // Труды Ин-та геологии Коми науч. центра УрО РАН. Вып. 108 (Геология Европейского Севера России. Сб. 5.). – 2001. – С. 49–53.

42. Голубева И.В., Дягилев Р.А. (отв. сост.), Белевская М.А., Варлашова Ю.В., Старикович Е.Н. Каталог землетрясений, горных и горно-тектонических ударов на территории Пермского края и прилегающих районов за 2008 г. ($N=18$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
43. Михайлова Н.Н., Великанов А.Е. Шалкарское землетрясение 26 апреля 2008 г. с $K_p=11.1$, $M_w=5.1$, $I_0=7$ (Западный Казахстан). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
44. ЛИТЕР. – Республиканская ежедневная газета РК за 7 мая 2008 г.
45. Михайлова Н.Н., Великанов А.Е. О природе Шалкарского землетрясения (Западный Казахстан, 26 апреля 2008 г.) // «Промышленность Казахстана». – Алматы: РГП «НЦ КПМС РК», 12.2008–03.2009. – С. 52–55.
46. Абаканов Т.Д., Ли А.Н., Сыдыков А., Тимуш А.В., Садыкова А.Б., Степаненко Н.П., Кайдаш Т.М. Солянокупольное Шалкарское землетрясение в Прикаспийской впадине // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2011. – № 2. – С. 31–38.
47. Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Султанова Г.С. О сейсмической опасности Западного Казахстана // Мониторинг ядерных испытаний и их последствий (тезисы докладов). Четвертая Международная конференция, Боровое, 14–18 августа 2006 г. – Курчатов, 2006. – С. 80–81.
48. Дорошкевич Е.Н. (отв. сост.), Брагина Г.И., Гладырь Ж.В., Пиневиц М.В., Каталог землетрясений Курило-Охотского региона за 2008 г. ($N=572$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
49. Пустовитенко Б.Г., Пустовитенко А.А., Скляр А.М., Князева В.С. Змеиное землетрясение 7 мая 2008 г. с $K_{II}=12.7$, $M_c=5.1$, $M_w=4.8$, $I_0^P=5-6$ (западная часть шельфа Черного моря). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
50. Габсатарова И.П., Погода Э.В., Головкова Л.В. Хаталдонское землетрясение 11 мая 2008 г. с $K_p=10.2$, $I_0=4$ (Северная Осетия–Алания). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
51. Гилёва Н.А., Мельникова В.И., Радзиминович Я.Б., Средкина А.И. Максимихинское землетрясение 20 мая 2008 г. с $K_p=14.3$, $M_w=5.3$, $I_0=7$ (Центральный Байкал). (См. раздел (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
52. Шибяев С.В., Козьмин Б.М., Петров А.Ф., Имаева Л.П., Тимиршин К.В. Андрей-Тасское землетрясение 22 июня 2008 г. с $K_p=15.6$, $M_w=6.1$, $I_0=7-8$ (Северо-восток Якутии). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
53. Чеброва А.Ю., Митюшкина С.В., Иванова Е.И., Гусева Е.М. Охотоморское-I землетрясение 5 июля 2008 г. с $M_w=7.7$, $I_0=5$ и Охотоморское-II землетрясение 24 ноября 2008 г. с $M_w=7.3$, $I_0=5$ (Охотское море). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
54. Еманов А.Ф., Лескова Е.В., Еманов А.А., Радзиминович Я.Б., Гилёва Н.А., Артёмова А.И. Белин-Бий-Хемское землетрясение 16 августа 2008 г. с $K_p=15.0$, $M_w=5.7$, $I_0^P=(6-7)$ (Республика Тыва). (См. раздел «Сильные и ощутимые землетрясения» в наст. сб.).
55. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Радзиминович Я.Б., Средкина А.И. Култукское землетрясение 27 августа 2008 г. с $M_w=6.3$, $I_0=8-9$ (Южный Байкал). (См. раздел (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
56. Асманов Ю.А., Левкович Р.А., Гайсумов М.Я., Керимов И.А., Габсатарова И.П., Головкова Л.В., Иванова Л.Е., Пономарёва Н.Л., Чепкунас Л.С., Рыжикова М.И. Макросейсмические проявления Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ (Чеченская Республика). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
57. 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). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
58. 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). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
59. Козьмин Б.М., Михайлова Р.С. Алданское землетрясение 8 ноября 2008 г. с $K_p=13.5$, $I_0=6$ (Якутия). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
60. Информационное сообщение о сильном землетрясении в Охотском море 24 мая 2013 года. URL: http://www.ceme.gsras.ru/cgi-bin/info_quake.pl?mode=-1.
61. Рогожин Е.А., Завьялов А.Д., Андреева Н.В. Макросейсмические проявления Охотоморского землетрясения 24.05.2013 г. на территории г. Москвы // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2013. – 40. – № 3. – С. 64–77.

62. **Маловичко Е.А.** Влияние геоморфологических условий и геологических процессов в верхней части разреза на интенсивность макросейсмических проявлений удаленных землетрясений на территории г. Москвы // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Девятой Международной сейсмологической школы, Агверан, 7–13 сентября 2014 г. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 224–228.
63. **Рогожин Е.А.** О проекте новой макросейсмической шкалы ЕЕЕ // Землетрясения Северной Евразии в 2003 году. – Обнинск: ГС РАН. – 2009. – С. 396–402.
64. **Саньков В.А., Лухнев А.В., Мирошниченко А.И., Ашурков С.В., Бызов Л.М.** Южно-Байкальское землетрясение 27.08.2008 г. ($M_w=6.2$), как ступень в подготовке будущего сильного сейсмического события в зоне главного Саянского разлома. – Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Материалы научного совещания по интеграционным программам Отделения наук о Земле СО РАН (14–18 октября 2008 г., ИЗЛ РАН, г. Иркутск), Т. 2. (14–18 октября 2008 г., Иркутск, 2008).
65. **Трифонов В.Г., Соболева О.В., Трифонов Р.В., Востриков Г.А.** Современная геодинамика Альпийско-Гималайского коллизионного пояса. – М.: Геос. – 2002. – 224 с.
66. **Международная тектоническая карта Европы. М: 1:5000000.** / Под. ред. В.Е. Хаина, Ю.Г. Леонова. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1995.
67. **Карта разломов территории СССР и сопредельных стран.** / Отв. ред. А.В. Сидоренко. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1978.
68. **Гайсумов М.Я.** Фотообзор последствий Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $K_p=14.5$, $M_w=5.8$, $I_0=7-8$ в Чеченской Республике. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
69. **Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Головкова Л.В., Асманов О.А., Девяткина Л.В. (отв. сост.); Александрова Л.И., Иванова Л.Е., Малянова Л.С., Амиров С.Р., Лещук Н.М., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Калоева И.Ю., Киселёва О.А., Первозников К.А., Цирихова Г.В., Котляренко Н.Л., Никольская Т.Н., Яфимова Я.П.** Каталог землетрясений ($N=1937$) и взрывов ($N=31$) Северного Кавказа в государственных границах +30 км за 2008 г. Каталог землетрясений за 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
70. **Папалашвили В.Г., Баграмян А.Х., Гоцадзе О.Д., Кулиев Ф.Т.** Кавказ // Землетрясения в СССР в 1976 г. – М.: Наука, 1980. – С. 13–15.
71. **Габсатарова И.П. (отв. сост.), Малянова Л.С.** Каталог механизмов очагов землетрясений Северного Кавказа за 2007 г. ($N=23$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
72. **Ландер А.В.** Комплекс программ определения механизмов очагов землетрясений и их графического представления // Комплексные сейсмологические и геофизические исследования Камчатки и Командорских островов (01.01.2003–31.12.2003) // Отчет КОМСП ГС РАН. – Петропавловск-Камчатский: Фонды КОМСП ГС РАН, 2004. – С. 359–380.
73. **Ландер А.В.** Описание и инструкция для пользователя комплекса программ FA (расчет и графическое представление механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений P -волн). – М.: Фонды автора, 2006. – 27 с.
74. **Рогожин Е.А., Овсученко А.Н.** Сеймотектоническая позиция Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. // Наука и образование в Чеченской Республике: достижения и перспективы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конф. посвященной 10-летию со дня основания КНИИ РАН. – Грозный: КНИИ РАН, 2011. – С. 378–381.
75. **Рейснер Г.И., Иогансон Л.И.** О сейсмическом потенциале Прикаспийской впадины // Бюллетень МОИП. – Отдел геологический – 1994. – Вып. 6. – С. 124–132.
76. **Рейснер Г.И., Иогансон Л.И.** Региональный прогноз потенциальной сейсмичности и нефтегазоносности // Бюллетень МОИП. – 1999. – Отдел геологический – 74. – Вып. 3. – С. 3–13.
77. **Лунина О.В., Гладков А.С., Шерстянкин П.П.** Новая электронная карта активных разломов юга Восточной Сибири // ДАН. – 2010. – 433. – № 5. – С. 662–667.
78. **Филина А.Г., Подкорыгова В.Г., Лескова Е.В. (отв. сост.), Денисенко Г.А., Кузнецова Н.В., Манушина О.А., Подлипская Л.А., Шевелёва С.С., Шевкунова Е.В., Шаталова А.О.** Каталог землетрясений Алтая и Саян за 2008 г. ($N=1837$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
79. **Филина А.Г.** Землетрясения Алтая и Саян // Землетрясения в СССР в 1991 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. – С. 38–39.
80. **Саньков В.А., Парфеевец А.В.** Напряженное состояние земной коры и геодинамика юго-западной части Байкальской рифтовой системы. – Новосибирск: Гео, 2006. – 151 с.

81. **Мострюков А.О., Петров В.А.** Каталог механизмов очагов землетрясений, 1964–1990 гг. Материалы Мирового центра данных – Б. – М., 1994. – 87 с.
82. **Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И.** Геодинамические и техногенные процессы в сейсмичности Алтае-Саянской горной области // Современная геодинамика массива горных пород верхней части литосферы: истоки, параметры, воздействия на объекты недропользования. – Новосибирск: СО РАН, 2008. – С. 176–227.
83. **Лескова Е.В. (отв. сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Алтае-Саянского региона за 2008 г. ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
84. **Парфенов Л.М., Козьмин Б.М., Имаев В.С. и др.** Геодинамика Олекмо-Становой сейсмической зоны. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1985. – 136 с.
85. **Николаев В.В., Семенов Р.Ф., Семенова В.Г., Солоненко В.П.** Сейсмотектоника, вулканы и сейсмическое районирование хребта Станового. – Новосибирск: Наука. 1982. – 150 с.
86. **Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия)** / Отв. ред. Л.М. Парфенов, М.И. Кузьмин – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 571 с.
87. **Овсяченко А.Н., Трофименко С.В., Мараханов А.В., Карасев П.С., Рогожин Е.А. и др.** Детальные геолого-геофизические исследования и сейсмическая опасность Южно-Якутского региона // Тихоокеанская геология. – 2009. – 28. – № 4. – С. 55–74.
88. **Козьмин Б.М., Михайлова Р.С.** Каталог механизмов очагов землетрясений Якутии за 2008 г. ($N=3$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
89. **Пустовитенко А.А. (отв. сост.)**. Каталог механизмов очагов землетрясений Крыма за 2008 г. ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
90. **Пустовитенко Б.Г., Калинин И.В., Мерзей Е.А., Поречнова Е.И., Сыкчина З.Н.** Динамические параметры очагов землетрясений Крыма. (См. раздел II (Спектры и динамические параметры очагов землетрясений) в наст. сб.).
91. **Герасимов М.Е., Бондарчук Г.К., Юдин В.В., Белецкий С.В.** Геодинамика и тектоническое районирование Азово-Черноморского региона // Геодинамика, тектоника и флюидодинамика нефтегазовых регионов Украины (Сборник докладов на VII Международной конференции Крым-2007). – Симферополь: Ассоциация геологов г. Симферополя, 2008. – С. 115–151.
92. **Письменный А.Н., Горбачев С.А., Вертий С.Н. и др.** ГДП-200 в пределах восточного сегмента зоны Главного хребта Центрального Кавказа (листы К-38-IX, XV) // Эссентуки: ФГУГП «Кавказ-геолсъёмка», 2006.
93. **Милановский Е.Е.** Новейшая тектоника Кавказа – М.: Недра, 1968. – 483 с.
94. **Уломов В.И., Шумилина Л.С.** Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1:8 000 000: Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. – М.: ОИФЗ РАН, 1999. – 57 с.
95. **Рогожин Е.А., Рейснер Г.И., Йогансон Л.И.** Оценка сейсмического потенциала Большого Кавказа и Апеннин независимыми методами // Геофизика и математика XXI. Современные математические и геологические модели в задачах прикладной геофизики. – М.: ОИФЗ РАН, 2001. – С. 279–299.
96. **Горбатиков А.В., Овсяченко А.Н., Рогожин Е.А., Степанова М.Ю., Ларин Н.В.** Строение зоны Владикавказского разлома по результатам изучения комплексом геолого-геофизических методов // Геофизические исследования. – 2011. – 12. – №4 – С. 47–57.
97. **Wells D.L., Coppersmith K.J.** New empirical relationships among magnitude, rupture length rupture width, rupture area, and surface displacement // Bull. Seis. Soc. Am. – 1994. – 84. – N 4 – P. 974–1002.
98. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
99. **Ершов И.А., Шебалин Н.В.** Проблема конструкции шкалы интенсивности землетрясений с позиций сейсмологов // Прогноз сейсмических воздействий (Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 25.) – М: Наука, 1984. – С. 78–96.
100. **Шебалин Н.В., Аптикаев Ф.Ф.** Развитие шкал типа MSK // Магнитное поле Земли: математические методы описания. Проблемы макросеймики (Вычислительная сейсмология; Вып. 34.). – М.: Геос, 2003. – С. 210–253.
101. **Hisada T., Nakagawa K.** Present Japanese Development in Engineering Seismology and their Application to Buildings. – Japan, 1958.

102. Папалашвили В.Г. Грузия // Землетрясения Северной Евразии, 2004 год. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 83–86.
103. Габсатарова И.П., Селиванова Е.А., Головкова Л.В., Асманов О.А., Девяткина Л.В. (отв. сост), Александрова Л.И., Иванова Л.Е., Малянова Л.С., Амиров С.Р., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Калоева И.Ю., Киселёва О.А., Перевозников К.А., Цирихова Г.В. Афтершоки Курчалойского землетрясения 11.10.2008 г. ($N=1003$) за 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
104. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С., Гонян А.А. Каталог землетрясений ($N=277$) и взрывов ($N=603$) Армении в государственных границах +30 км за 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
105. Саргсян Г.В. (отв. сост.), Абгарян Г.Р., Саргсян Л.С., Гонян А.А., Дополнительные данные о землетрясениях ($N=367$) и взрывах ($N=415$) за пределами границ (>30 км) Армении за 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
106. Етирмишли Г.Д., Абдуллаева Р.Р. (отв. сост.), Исмаилова С.С., Мамедова М.К., Абдуллаева Э.Г., Саидова Г.Е., Расулова З.М., Исламова Ш.К., Казымова С.Э., Ахмедли А.Т., Широнова З.Г. Каталог землетрясений Азербайджана в государственных границах +30 км за 2008 г. ($N=504$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
107. Сарыева Г.Ч. (отв. сост.), Тачов Б., Ключков А.В., Халлаева А.Т., Дурасова И.А., Эсенова А., Петрова Н.В., Мустафаев Н.С., Артёмова Е.В. Каталог землетрясений Копетдага за 2008 г. ($N=246$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
108. Джанузакوف К.Д., Муралиев А.М., Шукурова Ы.Б., Калмыкова Н.А., Холикова М.А. Центральная Азия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
109. Михайлова Р.С., Улубиева Т.Р. Возможные взрывы на северо-западе Худжандской (Ленинабадской) области Таджикистана ($N=54$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
110. Михайлова Р.С. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Таджикистана за 2008 г. ($N=56$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
111. Неверова Н.П., Калмыкова Н.А., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н., Полешко Н.Н. Казахстан. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
112. Мельникова В.И., Гилёва Н.А., Масальский О.К. Прибайкалье и Забайкалье. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
113. 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.А., Хамидулина О.А., Меньшикова Ю.А., Терешина Е.А., Борисова О.А., Папкова А.А., Зиброва Е.С. Каталог (оригинал) землетрясений Прибайкалья и Забайкалья за 2008 г. с $K_p \geq 3.5$ ($N=9098$). – Иркутск: Фонды БФ ГС СО РАН, 2009. – 213 с.
114. 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.А., Хамидулина О.А., Меньшикова Ю.А., Терешина Е.А., Борисова О.А., Папкова А.А., Зиброва Е.С. Каталог Максимихинской последовательности землетрясений с $K_p > 6.5$ ($N=730$) в 2008 г., с сильным землетрясением 20 мая 2008 г. с $K_p=14.3$, $M_w=5.3$, $I_0=7$. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
115. 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., Павлов Л.В., Мазаник Е.В., Торбеева М.А., Хамидулина О.А., Меньшикова Ю.А., Терешина Е.А., Борисова О.А., Папкова А.А., Зиброва Е.С. Каталог Култукской последовательности землетрясений с $K_p > 6.5$ ($N=414$) в 2008 г., с сильным землетрясением 27 августа 2008 г. с $M_w=6.3$, $I_0=8-9$. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
116. Коваленко Н.С., Фокина Т.А., Сафонов Д.А. Приамурье и Приморье. (См. раздел (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
117. Сафонов Д.А. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Приамурья и Приморья за 2008 г. ($N=5$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
118. Кислицына И.П. (отв. сост.), Децик И.В. Каталог землетрясений ($N=193$) и взрывов ($N=16$) Сахалина за 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).

119. Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Фокина Т.А. Невельские землетрясения 2 августа 2007 г. с $MLH=6.3$ и $MLH=6.0$, $I_0=8$ (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 396–407.
120. Рогожин Е.А., Левина В.И. Симуширские землетрясения 15 ноября 2006 г. (I) и 13 января 2007 г. (II) с $M_w=8.3$ и $M_w=8.1$. Средние Курилы // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 326–338.
121. Левина В.И., Артёмова Е.В. (сост.). Дополнение к каталогу землетрясений Курило-Охотского региона за 2008 г. ($N=265$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
122. Сафонов Д.А. (отв. сост.), Гладырь Ж.В. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Курило-Охотского региона за 2008 г. ($N=53$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
123. Иванова Е.И. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Камчатки и Командорских островов за 2008 г. ($N=33$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
124. Сениюков С.Л., Нуждина И.Н. Вулканы Камчатки. (См. раздел IV (Сейсмический мониторинг вулканов) в наст. сб.).
125. Левина В.И. (сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Северо-Востока России за 2008 г. ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
126. Кузнецов В.М. Схема тектонического районирования Охотско-Колымского водораздела. Масштаб 1:1 000 000. – ФГУП «Магадангеология», 2001.
127. Козьмин Б.М. Якутия. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
128. Козьмин Б.М. (сост.). Афтершоки ($N=134$) Андрей-Тасского землетрясение 22 июня 2008 г. с $K_p=15.6$, $M_w=6.1$, $I_0=7-8$ (Якутия). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
129. Французова В.И., Е.В. Иванова, Конечная Я.В. Архангельская область. (См. раздел I (Обзор сейсмичности) в наст. сб.).
130. Удоратин В.В., Югова Н.Н. Современные землетрясения северо-востока Восточно-Европейской платформы // Отечественная геология. – 2006. – № 3. – С. 63–70.
131. Носкова Н.Н., Конечная Я.В. (отв. сост.). Каталог землетрясений Республики Коми за 2008 г. ($N=1$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
132. Голубева И.В., Дягилев Р.А., Маловичко Д.А. (отв. сост.), Белевская М.А., Варлашова Ю.В., Старикович Е.Н. Каталог землетрясений, горных и горно-тектонических ударов на территории Пермского края и прилегающих районов за 2008 г. ($N=18$). (См. Приложение к наст. сб. на CD).