

**СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ****Е.И. Алёшина, Л.В. Гунбина, Л.И. Карпенко, Б.М. Седов***Магаданский филиал ГС РАН, г. Магадан, evgeniya@memsd.ru*

Сейсмический мониторинг территории Магаданской области, Чукотского автономного округа (ЧАО) и шельфов прилегающих морей (Охотского, Чукотского, Берингова и Восточно-Сибирского) в 2009 г. осуществлялся сетью из 10 постоянных и 9 временных цифровых сейсмических станций Магаданского филиала ГС РАН. Территориально 17 станций действовали в Магаданской области и по одной – в ЧАО («Билибино») и Хабаровском крае («Охотск»). Для расчета параметров землетрясений, произошедших в приграничных с Республикой Саха (Якутия) районах, использовались также данные станций Якутского филиала ГС СО РАН.

18 января 2009 г. была установлена временная сейсмическая станция «ТЭЦ плотина» (ТЭС1) для сейсмометрических наблюдений за плотинной техникой водохранилища Магаданской ТЭЦ. Станция закрыта 25 ноября 2009 г. в связи с окончанием договорных работ.

В связи с высоким уровнем помех на станции «Магадан-1» (NMA2) 25 марта 2009 г. запущена в работу временная станция «Дракон» (DRAK) в окрестностях г. Магадан (в бункере на сопке «Портовая»).

Для сейсмического мониторинга Аркагалинской ГРЭС было установлено сейсмическое оборудование на плотине: 23 июля – станция «Аркагала» (SS60) и 23–25 октября – «ArGRES», являющаяся комплектом из трех станций GRESU, GRESR и GRESL. На расстоянии 50 км к северу от ГРЭС 19 июля была также установлена выносная станция «Тал-Юрях» (SS-62).

С 15 сентября 2009 г. в связи с капитальным ремонтом помещения сейсмической станции «Омсукчан» (OMS) работа ее оборудования временно приостановлена.

После сильного ( $K_p=13.0$ ) ощутимого землетрясения, произошедшего 26 декабря 2009 г., для записи его афтершоков в срочном порядке (через 4 часа после события) вблизи эпицентра были установлены три сейсмические станции: «Орбита» (ORBT) на расстоянии  $\Delta=2$  км, «Клепка» (KLEP) с  $\Delta=25$  км и «Ольский перевал» (OLAR) – 13 км.

Все действующие сейсмические станции Северо-Востока оснащены цифровой аппаратурой. Сведения о станциях, типах и параметрах регистрирующей аппаратуры приведены в Приложении к наст. сб. [1] на CD. Положение сейсмических станций МФ ГС РАН и энергетическая представительность землетрясений  $K_{min}$  по наблюдениям действовавшей сети показаны на рис. 1. Данные как постоянных, так и временных станций использовались для определения параметров землетрясений, включенных в каталог [2].

Минимальный уровень энергии представительных землетрясений соответствует  $K_{min}=6$  в центре Колымы (район № 2). Площадь, ограниченная изолиниями  $K_{min}$  всех энергетических классов в 2009 г., практически не изменилась по сравнению с таковой в 2008 г. [3]. Построить изолинии  $K_{min}$  для территории ЧАО невозможно из-за недостатка материалов сейсмических наблюдений, в этом районе работала только одна станция «Билибино».

В каталог [2] землетрясений Северо-Востока и приграничных районов за 2009 г. включены сведения о 297 землетрясениях с  $K_p=5.3-13.3$ . Из них 40 событий находятся за границами зоны ответственности сети МФ ГС РАН, на приграничной территории Республики Саха (Якутия). Существующая сеть сейсмических станций МФ ГС РАН не позволяет локализовать землетрясения, происходящие в Чукотском автономном округе. В целях более полного представления сейсмичности региона был составлен дополнительный каталог [4] по данным бюллетеня ISC [5]. В нем содержатся сведения о семи землетрясениях на территории ЧАО.

Ощутимых землетрясений в 2009 г. выявлено пять, из которых три возникли в январе (6 января в  $00^h05^m$  с  $K_p=10.7$ , 21 января в  $17^h37^m$  с  $K_p=12.1$ , 29 января в  $19^h27^m$  с  $K_p=9.6$ ) и по одному в июле (27 июля в  $00^h15^m$  с  $K_p=12.4$ ) и декабре (26 декабря в  $23^h12^m$  с  $K_p=13.0$ ) [2, 6]. Последнее и самое сильное, названное Ланкучанским, обследовано и описано в отдельной статье наст. сб. [7]. Оно вызвало максимальный макросейсмический эффект с  $I=5-6$  баллов и

описано в семи населенных пунктах на расстоянии  $\Delta=11-24$  км [6]. Суммарное число сотрясенных пунктов за 2009 г. составило  $n=22$  [8].

Механизмы очагов известны для трех землетрясений: Ланкучанского с  $K_p=13.0$  по данным региональных станций Северо-Востока и Камчатки [9] и еще двух – по [10]: из основного каталога землетрясений [2] (21 апреля в  $12^{\text{h}}22^{\text{m}}$  с  $K_p=13.3$ ) и дополнительного – [4] (25 сентября в  $09^{\text{h}}45^{\text{m}}$  с  $K_p=13.2$ ).

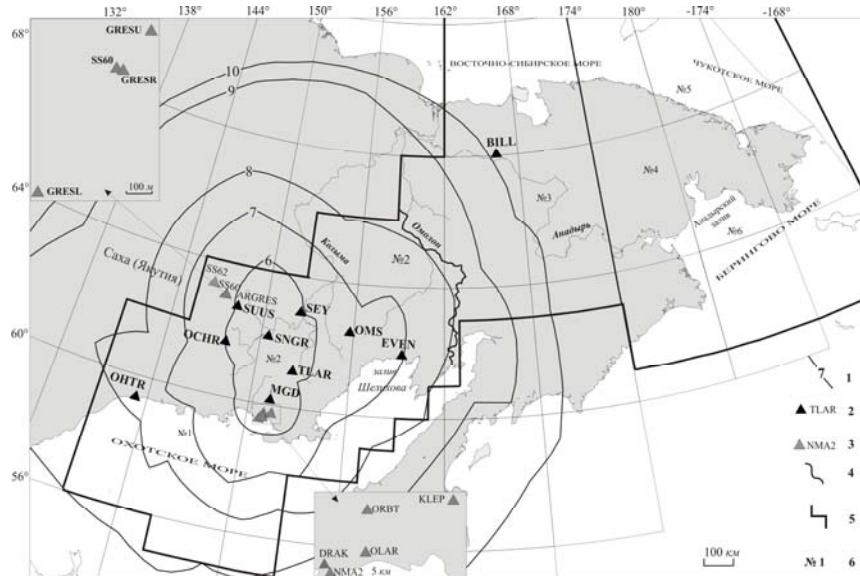


Рис. 1. Карта энергетической представительности  $K_{\min}$  землетрясений Северо-Востока России за 2009 г.

1 – изолиния  $K_{\min}$ ; 2, 3 – сейсмическая станция, постоянная и временная соответственно; 4, 5 – граница района и региона соответственно; 6 – номер района; в левом верхнем углу показано расположение станций в группе «AgGRES», на нижней врезке – станции, установленные в эпицентральной зоне землетрясения 26 декабря 2009 г.

Гипоцентры всех землетрясений расположены в пределах земной коры на глубинах  $h \leq 33$  км. Карта эпицентров землетрясений, включенных в каталоги [2, 4], представлена на рис. 2.

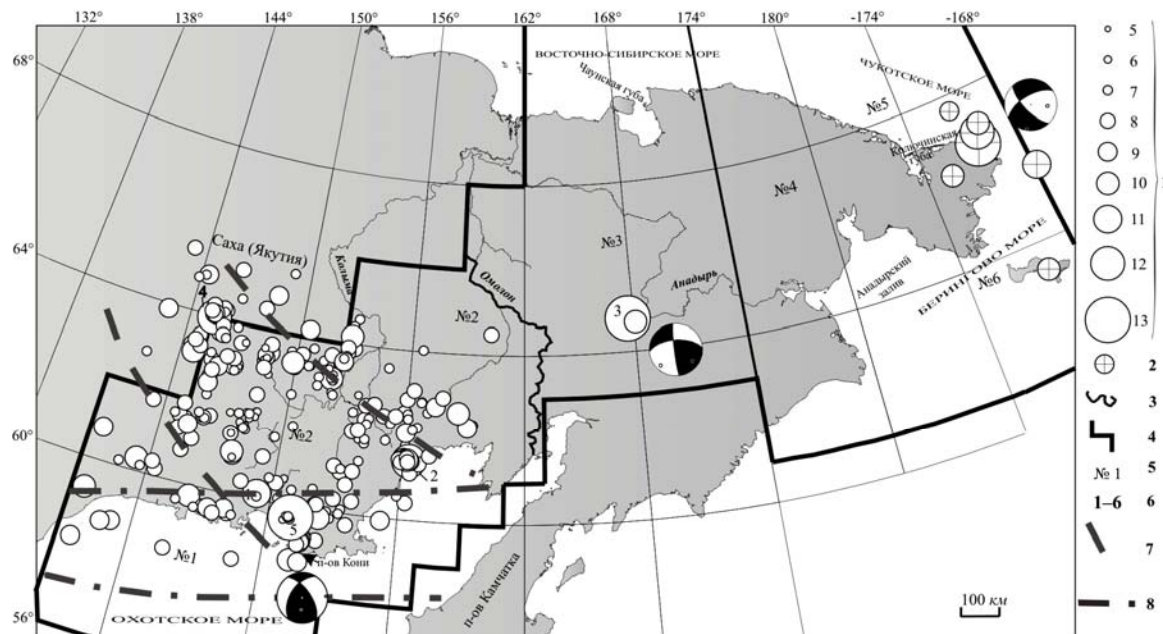


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений Северо-Востока России за 2009 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – эпицентр по данным других сейсмологических служб из [5]; 3, 4 – граница района и региона соответственно; 5 – номер района; 6 – номер сильного ( $K_p \geq 10.6$ ) землетрясения, указанного в графе 2 каталога [2]; 7 – граница сейсмического пояса Черского; 8 – граница Северо-Охотского сейсмического пояса.

Методика определения основных параметров землетрясений не изменилась, обработка данных проводилась с помощью программы НУР2DT (версия 7.1), предоставленной К. Дж. Мяки (Мичиганский университет, Ист-Лансинг, США).

В табл. 1 представлены сведения о числах землетрясений  $N(K_p)$  и выделенной суммарной сейсмической энергии в разных районах.

**Таблица 1.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарная сейсмическая энергия  $\Sigma E$  по районам и приграничным территориям региона Северо-Восток за 2009 г.

№	Район	$K_p$										$N_\Sigma$	$\Sigma E,$ $Дж \cdot 10^{11}$
		5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1	Охотское море		1	8	5	1						15	0.144
2	Колыма	1	37	102	69	17	10	1	2	1	240	139.487	
3	Западная Чукотка						1			1	2	199.626	
4	Восточная Чукотка												
5	Чукотское море												
6	Берингово море												
	Дополнительный список [4]										7	160	
	Всего в регионе	1	38	110	74	18	11	1	2	2	257	339.257	
	Якутия		2	13	17	7	1				40	0.137	
	Всего	1	40	123	91	25	12	1	2	2	297	499.394	

Примечание. Энергия землетрясений из [4] определена по расчетному классу  $K_p^*$  по формуле  $K_p^*=2.84+2.03 m_b$ , К.Дж. Мяки из [11].

Согласно каталогу [2], суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в 2009 г. внутри границ региона, составила  $\Sigma E=339.2 \cdot 10^{11}$  Дж, что в 1.9 раз больше, чем в 2008 г. ( $\Sigma E=174.9 \cdot 10^{11}$  Дж) [3]. С учетом дополнительных землетрясений из [4] эта величина достигла  $\Sigma E=499.3 \cdot 10^{11}$  Дж. Число зарегистрированных землетрясений в 2009 г. чуть выше, чем в 2008 г. (2009 г. –  $N_\Sigma=257$ ; 2008 г. –  $N_\Sigma=238$  [12]).

Увеличение количества сейсмической энергии связано, в основном, с землетрясением (3) с  $K_p=13.3$ ,  $MPS=5.2$ , произошедшим 21 апреля в 12<sup>h</sup>22<sup>m</sup> на территории Западной Чукотки в районе № 3. В его очаге выделилась энергия, равная  $\Sigma E=199.5 \cdot 10^{11}$  Дж, или 59% от общего ее значения в границах региона (без учета не зарегистрированных региональной сетью событий из дополнительного списка [4]).

Основное число эпицентров землетрясений широкой полосой протягивается в северо-западном направлении, совпадая с простираем сейсмического пояса Черского. Северо-восточная граница сейсмического пояса Черского в пределах верхней Колымы (район № 2) условно проведена по глубинному разлому Улахан, общая протяженность которого около 3500 км (рис. 3), юго-западная – по Верхнекулинскому разлому. Ширина пояса в юго-восточной части составляет 350 км. Также наблюдается скопление эпицентров вдоль побережья Охотского моря, где очаги землетрясений приурочены к Северо-Охотскому сейсмическому поясу субширотного простирания, ширина пояса около 200 км. Северная граница пояса практически совпадает с береговой линией и наложенными неотектоническими впадинами, южная граница – в Охотском море [13]. Единичные события зафиксированы в районе Западной Чукотки. Наиболее сильным ( $K_p=13.3$ ,  $M_{WGCMT}=5.0$ ) в регионе является землетрясение (3), произошедшее 21 апреля в 12<sup>h</sup>22<sup>m</sup> на Западной Чукотке в среднем течении р. Анадырь (рис. 2). Его эпицентр располагался вдали от населенных пунктов. Видимо, поэтому нет сведений о о макросейсмических проявлениях.

На Чукотском полуострове 25 сентября в 09<sup>h</sup>45<sup>m</sup> произошло событие, сравнимое по магнитуде ( $M_{WGCMT}=5.1$ ) с землетрясением (3). Данных региональной сети оказалось недостаточно для локации этого землетрясения и в каталог [2] оно не включено, но находится в дополнительном списке [4]. Сведений о его макросейсмических проявлениях нет.

Проанализируем особенности сейсмичности по шести отдельным районам.

Район **Охотское море (№ 1)** в 2009 г. характеризовался слабой сейсмичностью. Здесь локализованы 15 землетрясений с  $K_p=7.4-9.3$ , или 6% от общего числа, а выделившаяся сейсмическая энергия, равная  $\Sigma E=0.144 \cdot 10^{11}$  Дж, составляет лишь 0.01% от суммарной энергии

региона. Поле эпицентров вытянуто вдоль северного побережья Охотского моря и совпадает, как отмечено выше, с Северо-Охотским сейсмическим поясом (рис. 2). Вблизи побережья п-ва Кони реализовалась небольшая группа из девяти землетрясений (рис. 3).

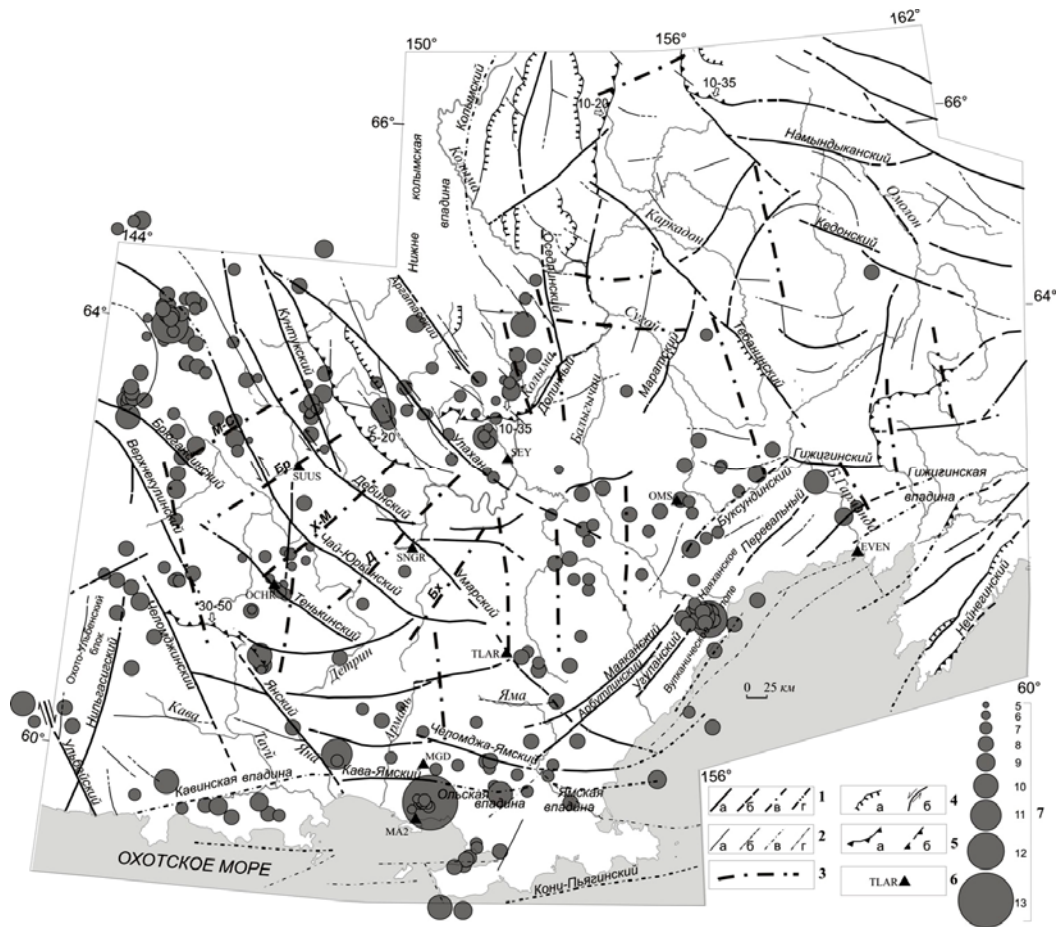


Рис. 3. Тектоническая схема района Колымы [14] и положение эпицентров землетрясений 2009 г.

1 – крупнейшие разломы: установленные (а), предполагаемые (б), скрытые под молодыми образованиями (в) и в акватории моря (г); 2 – прочие тектонические нарушения: установленные (а), предполагаемые (б), скрытые под молодыми образованиями (в) и в акватории моря (г); 3 – скрытые разломы фундамента: М-С – Малък-Сиенский, Бр – Берелёхский, Х-М – Хейджано-Мылеинский, Д – Детринский, Бх – Бахапчинский; 4 – разломы с указанием угла наклона поверхности сместителя: надвиги (а), сдвиги (б); 5 – краевые ограничения установленных (а) и предполагаемых (б) шарьяжей, интерпретированная амплитуда их смещения, м; 6 – сейсмическая станция; 7 – энергетический класс землетрясений  $K_p$ .

В районе **Колымы** (№ 2) зарегистрировано наибольшее число ( $N=240$ ) землетрясений с  $K_p=5.3-13.0$ , или 93% от общего числа событий в регионе. Их суммарная сейсмическая энергия равна  $\Sigma E=139.487 \cdot 10^{11}$  Дж, что составляет 41% от величины суммарной энергии зарегистрированных в регионе землетрясений.

В тектоническом отношении эпицентры большинства землетрясений Колымского района приурочены к крупнейшим глубинным разломам северо-западного простирания сейсмического пояса Черского (рис. 2). В южной части района, вблизи побережья, события приурочены к тектоническим нарушениям субширотного простирания, а на юго-востоке – к разломам северо-восточного направления (рис. 3).

Самым сильным ( $K_p=13.0$ ) в районе Колымы было землетрясение 26 декабря в 23<sup>h</sup>22<sup>m</sup>, которое по названию ближайшей к эпицентру р. Ланкучанки названо Ланкучанским. Это самое значительное событие в Примагаданье за всю историю инструментальных наблюдений с 1952 г. Как отмечено выше, детальное описание Ланкучанского землетрясения дано в [7].

Другое сильное ( $K_p=12.4$ ) землетрясение (4) в районе № 2 произошло 27 июля в 00<sup>h</sup>15<sup>m</sup> на границе с Республикой Саха (Якутия), в 194 км северо-западнее г. Сусуман (рис. 2). Оно ощущалось жителями города с интенсивностью  $I=3$  балла. Раскачивались всякие предметы,

вибрировали предметы внутри помещений. Беспокоились домашние животные. Шлакоблочное здание постройки 1961 г. (в аварийном состоянии) «ходило ходуном», некоторые люди в страхе выбежали на улицу. Эпицентр землетрясения приурочен к Чай-Юрьинскому разлому (рис. 3) северо-западного простирания. Была отмечена небольшая ( $N=9$ ) серия афтершоков с  $K_p=7.1-8.7$ , область их эпицентров вытянута вдоль Чай-Юрьинского разлома.

Еще три землетрясения ощущались в Магаданской области. Одно из них (2) зарегистрировано 21 января в  $17^h37^m$  с  $K_p=12.1$  вблизи побережья Охотского моря. Интенсивность его макросейсмических проявлений составила  $I=4$  балла в пос. Омсукчан, находящемся в 128 км севернее эпицентра. В январе зарегистрировано 3 слабых его афтершока с  $K_p=7.1, 6.8, 7.6$  [2]. В течение года в эпицентральной зоне этого землетрясения регистрировались слабые ( $K_p=7.1-8.6$ ) роевые ( $N=22$ ) толчки. Их эпицентры расположены вблизи побережья Охотского моря, в пределах Наяханского вулканического поля (рис. 3). Область роя вытянута в северо-западном направлении на расстояние около 26 км. Она пересекается глубинными разломами северо-восточного простирания: Угуланским, Арбутлинским, Маяканским и Перевальным (рис. 3). В районе Наяханского вулканического поля рои землетрясений возникали неоднократно – в 1981 г. [15], 1990 г. [16], 2007–2008 гг. [3, 17]. В 1981. и 1990 гг. эпицентры роев располагались в Охотском море, в 2007–2008 гг. – на побережье Охотского моря, в верховьях р. Балыгычан. В 2007 г. зарегистрирован рой из 12 землетрясений с  $K_p=7.2-9.0$ , в 2008 г. – также рой из 12 землетрясений с  $K_p=6.9-10.9$ . Области эпицентров Наяханских роев вытянуты в субмеридиональном либо в север–северо-западном направлениях [18].

Землетрясение (1) с  $K_p=10.7$ , произошедшее 6 января в  $00^h05^m$  в 105 км северо-западнее Магадана, ощущалось жителями города с интенсивностью  $I=3$  балла. Его эпицентр приурочен к зоне сочленения Кава-Ямского и Янского разломов (рис. 3).

Ощутимое землетрясение зафиксировано также 29 января в  $19^h27^m$ . Несмотря на небольшую энергию ( $K_p=9.6$ ), оно ощущалось многими жителями пос. Сеймчан с интенсивностью  $I=3$  балла. Эпицентр располагался в 31 км северо-западнее Сеймчана. Респонденты отмечали глухой, монотонный гул, как от проезжающего вдалеке трактора, слегка раскачивались висючие предметы, дребезжали посуда и стекла в сервантах. Очаг землетрясения тяготеет к крупнейшему глубинному разлому Улахан (рис. 3).

На Западной Чукотке (район № 3) зарегистрировано два близких ( $\varphi_1=64.71^\circ N$ ,  $\lambda_1=167.86^\circ E$ ;  $\varphi_2=64.69^\circ N$ ,  $\lambda_2=168.07^\circ E$ ) землетрясения с  $K_p=13.3$  и 10.0 (рис. 2), произошедшие 21 апреля в  $12^h22^m$  и 15 мая в  $12^h45^m$  соответственно [2]. Возможно, что это главный толчок и его максимальный афтершок, а все более слабые события потеряны. Суммарная сейсмическая энергия в их очагах, равная  $\Sigma E=199.626 \cdot 10^{11}$  Дж, составила 58.8% от всей выделившейся в регионе сейсмической энергии. Первое из них – самое сильное землетрясение в регионе, записано 1063 сейсмическими станциями мира [5] и лоцировано также международными агентствами (табл. 2). Все решения в плане изображены на рис. 4. Разброс координат, по данным различных центров, достигает 34 км по широте и 32 км по долготе.

**Таблица 2.** Основные параметры землетрясения 21 апреля 2009 г. с  $K_p=13.3$  по региональным данным в сопоставлении с определениями других агентств

Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источ- ник
			$\varphi^\circ, N$	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ, E$	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км	$\delta h$ , км		
МФ ГС РАН	12 22 36.8	1.1	64.71	3.6	167.86	4.6	10	4	$K_p=13.3$	[2]
MOS	12 22 34.1	1.2	64.43	8.3	168.53	4.7	17		$M_S=4.2/33, m_b=5.2/98$	[19]
NEIC	12 22 35.1	1.1	64.51	5.3	168.48	2.9	10		$m_b=5.1/145$	[5]
ISC	12 22 35.4	0.3	64.60	5.5	168.62	3.5	12	1.6	$M_S=4.4/58, m_b=5.0/217$	[5]
IDC	12 22 32.8	0.3	64.54	11.5	168.34	8.7	0		$M_S=4.1/34, m_b=4.8/31$	[5]
GCMF	12 22 36.9	0.2	64.73		168.29		18	1.4	$M_w=5.0$	[20]
ВЛ	12 22 33.0		64.60		168.40	10			$M_S=5.3/50, m_b=4.9/50$	[5]

Региональный эпицентр сдвинут относительно мировых решений на запад или северо-запад, что связано с односторонним расположением региональных сейсмических станций относительно землетрясения, а также удаленностью станций от эпицентра. Ближайшей к

эпицентру является сейсмическая станция «Билибино» ( $\Delta=375$  км), максимальное эпицентрально-эпицентральное расстояние до станции «Магадан-1» составило 1056 км (рис. 5).

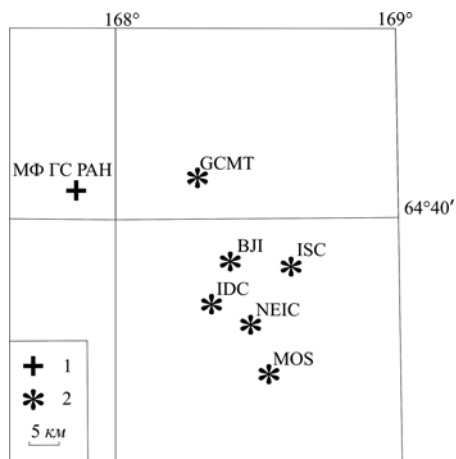


Рис. 4. Сопоставление решений эпицентра землетрясения 21 апреля 2009 г. с  $K_p=13.3$  по данным станций сети МФ ГС РАН и других агентств

1 – инструментальный эпицентр по [2]; 2 – решение других сейсмологических служб [5].

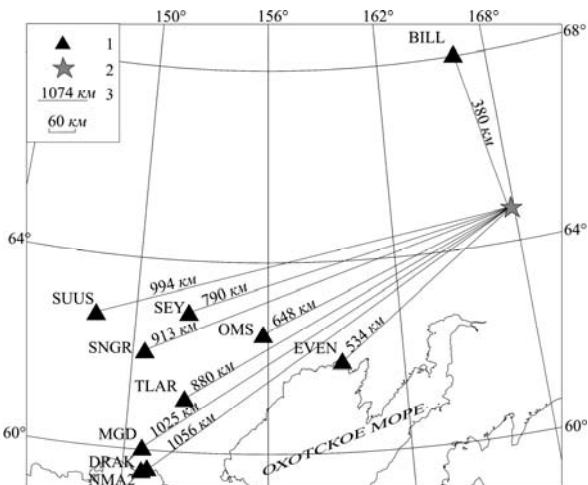


Рис. 5. Положение региональных станций относительно землетрясения 21 апреля в 12<sup>h</sup>22<sup>m</sup> с  $K_p=13.3$

1 – сейсмическая станция; 2 – эпицентр землетрясения; 3 – эпицентрально-эпицентральное расстояние.

Для землетрясения 21 апреля имеется решение механизма очага по данным агентства GCMT (табл. 3, рис. 6).

Таблица 3. Параметры механизмов очагов сильных землетрясений Северо-Востока в 2009 г.

Агентство	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды			$K_p$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Источник
				$M_w$	$m_b$	$M_s$		$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$			
								PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
GCMT	21.04	12 22 36.9	17.6	5.0	5.1		13.3	25	125	59	345	17	223	266	60	6	173	85	149	[20]
GCMT	25.09	09 45 31.7	18	5.1	5.1	4.6	13.2	6	189	53	287	36	94	136	70	-32	238	61	-157	[20]

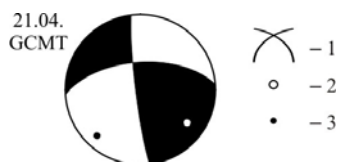


Рис. 6. Стереодиаграмма механизма очага землетрясения 21 апреля в 12<sup>h</sup>22<sup>m</sup> с  $K_p=13.2$  [2],  $M_s=4.4$ ,  $M_w=5.0$  [5]

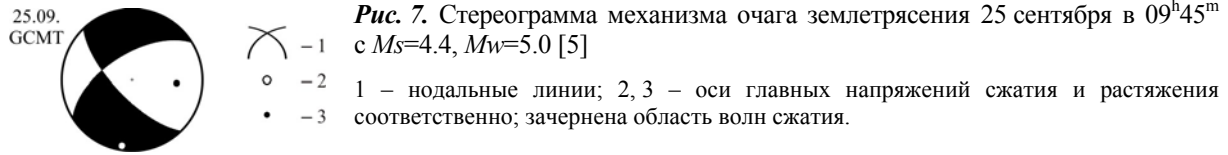
1 – нодальные линии; 2, 3 – оси главных напряжений сжатия и растяжения соответственно; зачернена область волн сжатия.

Как видим, землетрясение возникло под действием близких по величине растягивающих и сжимающих напряжений ( $PL_T=25^\circ$ ,  $PL_P=17^\circ$ ), ориентированных на юго-восток ( $AZM_T=125^\circ$ ) и юго-запад ( $AZM_P=223^\circ$ ) соответственно. Нодальная плоскость  $NP1$  кругая ( $60^\circ$ ),  $NP2$  – близ-вертикальная ( $85^\circ$ ). Простираение плоскости  $NP1$  – широтное ( $266^\circ$ ),  $NP2$  – близ-меридиональное ( $173^\circ$ ). Тип подвижки по близширотной плоскости  $NP1$  – левосторонний сдвиг с компонентами взброса, по близмеридиональной плоскости  $NP2$  – правосторонний сдвиг.

На Чукотском полуострове и шельфе прилегающих морей сейсмический мониторинг в 2009 г. велся в основном по данным телесеизмических станций.

В районе Восточной Чукотки (№ 4), Чукотского (№ 5) и Берингового морей (№ 6) по данным Сейсмологического бюллетеня [19] и Международных агентств [3] произошло 7 землетрясений (рис. 2). Их параметры приведены в Дополнении к каталогу землетрясений Северо-Востока России [4]. Наиболее сильное землетрясение с  $MPSP=5.4$ ,  $M_w=5.1$  произошло в Чукотском море 25 сентября в 09<sup>h</sup>45<sup>m</sup>. Региональных данных для локализации этого события оказалось недостаточно. Сведений о его ощутимости из близлежащих населенных пунктов – Уэлен и Энурмино – не поступало. Через полчаса после главного события последовал афтершок с  $MPSP=4.8$  ( $K_p^{пр}=11.6$ ). По данным международного агентства IDC через 23<sup>m</sup>

произошел еще один афтершок с  $m_b=3.6$ . Для главного землетрясения 25 сентября с  $M_w=5.1$  имеется решение механизма очага по данным GCMT (табл. 3, рис. 7).



Согласно этому решению, в его очаге преобладали напряжения растяжения ( $PL_T=6^\circ$ ), ориентированные субмеридионально (в азимуте  $189^\circ$ ). Обе нодальные плоскости имеют крутое ( $70$  и  $61^\circ$ ) падение. Плоскость  $NP1$  простирается на юго-восток ( $136^\circ$ ),  $NP2$  – на юго-запад ( $238^\circ$ ). Тип подвижки по более крутой плоскости  $NP1$  – сброс с компонентами левостороннего сдвига, по  $NP2$  – правосторонний сдвиг с компонентами сброса.

Эпицентры землетрясений Чукотского полуострова расположены в наиболее активной сейсмической зоне Чукотки – Транс-Берингийском сейсмическом поясе (ТБСП). Этот пояс простирается от Колючинской губы на севере к бухте Провидения на юге, и от Корякского нагорья на западе до п-ова Сьюард (Аляска) на востоке (рис. 8) [18, 21]. Поскольку число землетрясений с определенными координатами на Чукотке в 2009 г. невелико (8), на карту нанесены события за весь период наблюдений (1928–2009 гг.), для установления положения эпицентров 2009 г. относительно известных ранее активных сейсмических зон ЧАО. На карту нанесены землетрясения по данным из [22, 23] и из ежегодников «Землетрясения в СССР», «Землетрясения Северной Евразии».

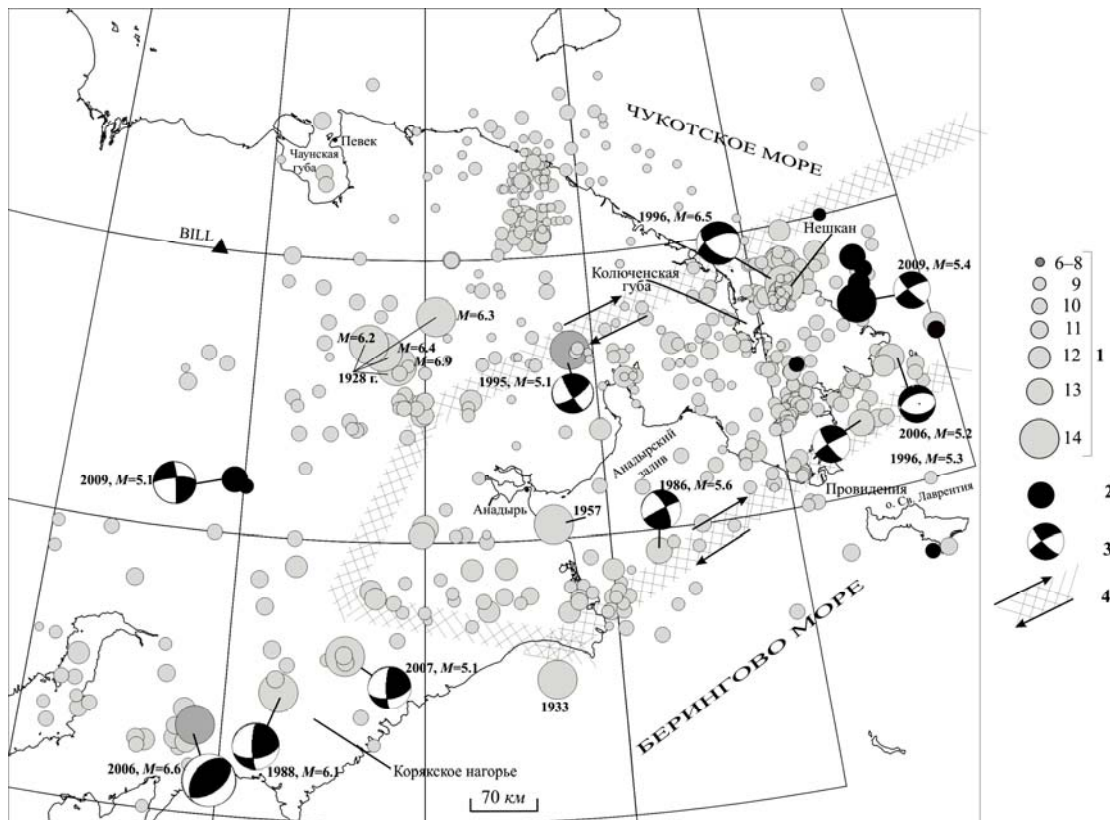


Рис. 8. Карта эпицентров землетрясений Чукотки за 1928–2009 гг.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2 – эпицентры землетрясений 2009 г.; 3 – механизмы очагов землетрясений, рядом с механизмом указан год события и магнитуда по [20]; 4 – граница ТБСП, стрелки показывают направление относительных движений на границах плит по [21].

Подводя итоги анализа сейсмичности Северо-Востока России в 2009 г., можно сделать вывод об усилении активности сейсмических процессов в целом по региону, и особенно в районе Примагаданья.

## Л и т е р а т у р а

1. Гунбина Л.В., Алёшина Е.И. (сост.). Сейсмические станции Северо-Востока России в 2009 г. (код сети NERS). (См. Приложение к наст. сб. на CD).
2. Алёшина Е.И., Комарова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
3. Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Карпенко Л.И., Седов Б.М. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – С. 208–215.
4. Алёшина Е.И., Артёмова Е.В. (сост.). Дополнение к каталогу землетрясений Северо-Востока России за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
5. International Seismological Centre. On-Line Bulletin // International Seismological Centre [сайт]. [2012]. – URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>.
6. Алёшина Е.И. (отв. сост.). Макросейсмический эффект ощутимых землетрясений в населенных пунктах Северо-Востока России в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
7. Алёшина Е.И., Гунбина Л.В., Иванова Е.И., Карпенко Л.И., Седов Б.М. Ланкучанское землетрясение 26 декабря 2009 г. с  $K_p=13.0$ ,  $MPSP=4.5$ ,  $I_0^P=6-7$  (Северо-Восток). (См. раздел III (Сильные и ощутимые землетрясения) в наст. сб.).
8. Алёшина Е.И. (отв. сост.), Пойгина С.Г. (сост.). Сведения о пунктах, для которых имеется информация о макросейсмических проявлениях ощутимых землетрясений региона Севера-Востока России в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
9. Иванова Е.И. (отв. сост.). Каталог механизмов очагов землетрясений Северо-Востока России за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
10. Левина В.И. (сост.). Дополнение к каталогу механизмов очагов землетрясений Северо-Востока России за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
11. Mackey K.G. Seismological Studies in Northeast Russia. Dissertation for the degree of Ph.D. – Michigan: Michigan State University. Department of Geological Sciences, 1999. – 346 p.
12. Алёшина Е.И., Комарова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2008 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. – Обнинск: ГС РАН, 2014. – (На CD).
13. Седов Б.М. Террейновая концепция развития глубинной структуры земной коры и верхней мантии Северо-Охотоморского прогиба и прилегающей суши // Геодинамика. – 2013. – № 2(15). – С. 65–67.
14. Кузнецов В.М. Схема тектонического районирования Охотско-Колымского водораздела. Масштаб 1:1 000 000. – Магадан: ФГУП «Магадангеология», 2001.
15. Козьмин Б.М., Андреев Т.А. (отв. сост.), Емельянова А.А., Марченко Т.И., Югова Р.С., Воробьёва Л.А. (сост.). Региональные каталоги. Якутия и Северо-Восток // Землетрясения в СССР в 1981 году. – М.: Наука, 1984. – С. 188–195.
16. Ефремова Л.В. (отв. сост.), Сурова Т.В., Лещук Н.М., Югова Р.С. (сост.). Региональные каталоги. Северо-Восток // Землетрясения в СССР в 1990 году. – М.: ОИФЗ РАН, 1996. – С. 202–203.
17. Алёшина Е.И., Комарова Р.С. (отв. сост.). Каталог землетрясений Северо-Востока России за 2007 г. Северо-Восток России // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – (На CD).
18. Седов Б.М., Курткин С.В., Мяки К. Сейсмичность Чукотского полуострова и прилегающего шельфа морей и экономическая безопасность // Чукотка: Рациональное природопользование и экологическая безопасность. Сборник трудов № 12. – Магадан: ЧФ СВКНИИ ДВО РАН, 2008. – С. 22–31.
19. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2009 год / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2009–2010. – URL: [ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2009/](ftp://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2009/).
20. The Global CMT Project. – URL: <http://www.globalcmt.org/>.
21. Mackey K.G., Fujita K., Sedov B.M., Gounbina L.V., Leyshuk N., Kurtkin S. A seismic aftershock deployment and analysis of seismicity of the Neshkan region, Chukotka, Russia / Michigan State University, Department of Geological Sciences, USA. – NERSP Report. – 2003. – N 10. – 85 p.
22. Козьмин Б.М. (отв. сост.), Андреев Т.А. VI. Якутия и Северо-Восток [1735–1974 гг.;  $M \geq 4.5$ ,  $I_0 \geq 5$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 339–356.
23. Лазарева А.П. (отв. сост.). XI. Чукотка [1908–1974 гг.;  $M \geq 0$ ;  $I_0 \geq 3$ ] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – С. 448–454.