

**ЧАПЛАНОВСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 13 сентября 2009 г.****с  $MLH=4.4$ ,  $I_0=6$  (Сахалин)****Д.А. Сафонов<sup>1,2</sup>, Т.А. Фокина<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Сахалинский филиал ГС РАН, г. Южно-Сахалинск, [fokina@seismo.sakhalin.ru](mailto:fokina@seismo.sakhalin.ru)<sup>2</sup>Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, [d.safonov@imgg.ru](mailto:d.safonov@imgg.ru)

13 сентября 2009 г. в 00<sup>h</sup>13<sup>m</sup> (11<sup>h</sup>13<sup>m</sup> местного времени) под Камышовым хребтом в западной части Южного Сахалина произошло землетрясение магнитудой с  $MLH=4.4$  [1]. Это относительно слабое землетрясение, вероятно, можно отнести к фоновой сейсмичности. Подобные или более сильные землетрясения происходят на юге Сахалина в среднем (по результатам 100 лет наблюдений [2]) раз в два года. Необычным оказался макросейсмический эффект данного землетрясения: интенсивность сотрясений в пос. Чапланово ( $\Delta=13$  км) оценивается в  $I=6$  баллов. По названию населенного пункта, в котором наблюдался максимальный макросейсмический эффект, землетрясение было названо Чаплановским.

**Инструментальные данные.** Первые данные об эпицентре землетрясения были получены дежурной сменой сейсмической станции «Южно-Сахалинск». Хорошее окружение эпицентра сетью выносных станций-акселерографов позволило оперативно оценить местоположение землетрясения. Дальнейшее уточнение параметров его очага было произведено отделом сводной обработки сейсмологических данных Сахалинского филиала Геофизической службы РАН с привлечением записей локальной сети станций отдела полевых и эпицентральных наблюдений [3]. Сводка определений основных параметров землетрясения региональными и международными сейсмологическими службами приведена в табл. 1. Положение разных решений эпицентра показано на рис. 1.

**Таблица 1.** Основные параметры Чаплановского землетрясения 13 сентября 2009 г. по данным различных сейсмологических служб

№	Агентство	$t_0$ , ч мин с	$\delta t_0$ , с	Гипоцентр						Магнитуда	Ис-точ-ник
				$\varphi^\circ$ , N	$\delta\varphi^\circ$	$\lambda^\circ$ , E	$\delta\lambda^\circ$	$h$ , км	$\Delta h$ , км		
1	с/ст YSS	00 13 18.7		46.80		142.10		9		$MLH=4.6$ , $K_C=10.5$	[4]
2	СФ ГС РАН (оперативный каталог)	00 13 18.6		46.86		142.15		10		$MPV=5.0$ , $MPVA=4.6$ , $K_C=9.8$	[5]
3	СФ ГС РАН (локальная сеть)	00 13 18.15	0.01	46.86	0.01	142.13	0.01	10.6	2.7	$Ml=4.2$	[6]
4	СФ ГС РАН	00 13 18.7	0.5	46.84	0.01	142.15	0.05	10		$MLH=4.4/3$ , $MPV=5.3/2$ , $MPVA=4.6/10$ , $MSh=4.7/1$ , $K_C=9.8$	[1]
5	MOS	00 13 16.6	1.0	46.80	0.09	142.18	0.05	10		$m_b=4.8/47$	[7]
6	NEIC	00 13 21.2	0.7	46.89		142.23		31		$m_b=4.8/61$	[8]
7	JMA	00 13 14.6	0.3	47.15		142.31		25		$M(JMA)=4.7$	[8]
8	IDC	00 13 16.5	0.4	46.83		142.17		0		$m_b=4.3/26$	[8]
9	ISC	00 13 18.3	0.3	46.79	0.02	142.22	0.03	10f		$M_s=4.1/15$ , $m_b=4.8/150$	[8]
10	NIED	00 13 00		47.20		142.30		8		$M_w=4.4$	[8]

Примечание. Магнитуда  $Ml$  по данным локальной сети СФ ГС РАН определяется по объемным волнам согласно номограмме, приведенной в [9]; расшифровка кодов агентств дана в обозначениях к наст. сб.; жирным шрифтом выделены предпочтительные для этого землетрясения параметры.

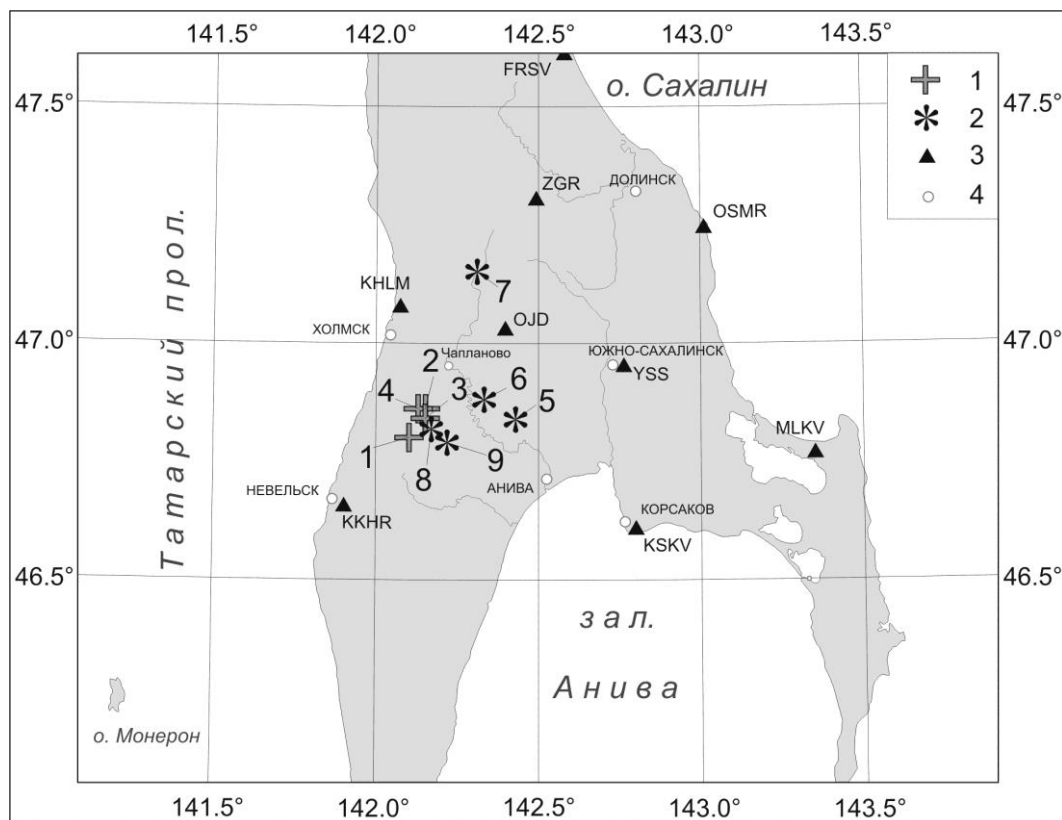


Рис. 1. Положение эпицентра землетрясения 13 сентября 2009 г. с  $MLH=4.4$  по данным разных источников

1 – решения (1–4) по данным СФ ГС РАН из табл. 1; 2 – данные агентств (5–9); 3 – сейсмическая станция; 4 – населенный пункт.

Международные коды и названия станций: временные – FRSV–«Фирсово», ZGR–«Загорское», OSMR–«Остромысовка», KHLM–«Холмск», OJD–«Ожидаево», MLKV–«Мальково», KKHR–«Колхозное», KSKV–«Корсаков»; постоянная – YSS–«Южно-Сахалинск» [3].

Как следует из табл. 1 и рис. 1, четыре результата, полученные на разных этапах обработки сотрудниками СФ ГС РАН, очень близки. Для дальнейших расчетов ниже использованы выделенные жирным шрифтом координаты, полученные методом гипоинверсии по данным локальной сети станций Южного Сахалина. Расположение сейсмических станций, данные которых участвовали в локации гипоцентра Чаплановского землетрясения, показано на рис. 1.

Из оценок других сейсмологических агентств наиболее близкие решения получены по данным IDC и ISC. Решения эпицентров MOS и NEIC смещены к востоку. Наибольшее расхождение в решениях дает японское метеорологическое агентство JMA, использующее при обработке в основном односторонне расположенные относительно эпицентра сейсмические станции на о. Хоккайдо.

Оценки магнитуды землетрясения отличаются довольно значительно. В качестве основной магнитуды, вынесенной в заголовок статьи, было принято значение  $MLH=4.4$  по поверхностным волнам, полученное в отделе сводной обработки сейсмических данных по данным трех региональных сейсмических станций. Это значение хорошо соотносится с оценкой моментной магнитуды  $M_w=4.4$  японского агентства NIED (табл. 2).

**Решение механизма очага** Чаплановского землетрясения получено методом первых вступлений  $P$ -волн на основе записей сети локальных цифровых сейсмических станций, опорной стационарной станции «Южно-Сахалинск» по записям широкополосного сейсмометра STS-1 [3], а также ближайших широкополосных станций на о. Хоккайдо. Всего в решении задействовано 20 знаков первых вступлений  $P$ -волн на вертикальных компонентах сейсмографов. Расчет вариантов решений производился с помощью программы FOCMEC [10]. Для расчета углов выхода волн использовался локальный скоростной разрез юга о. Сахалин [9]. Область поиска решения с выбранным вариантом показана на рис. 2.

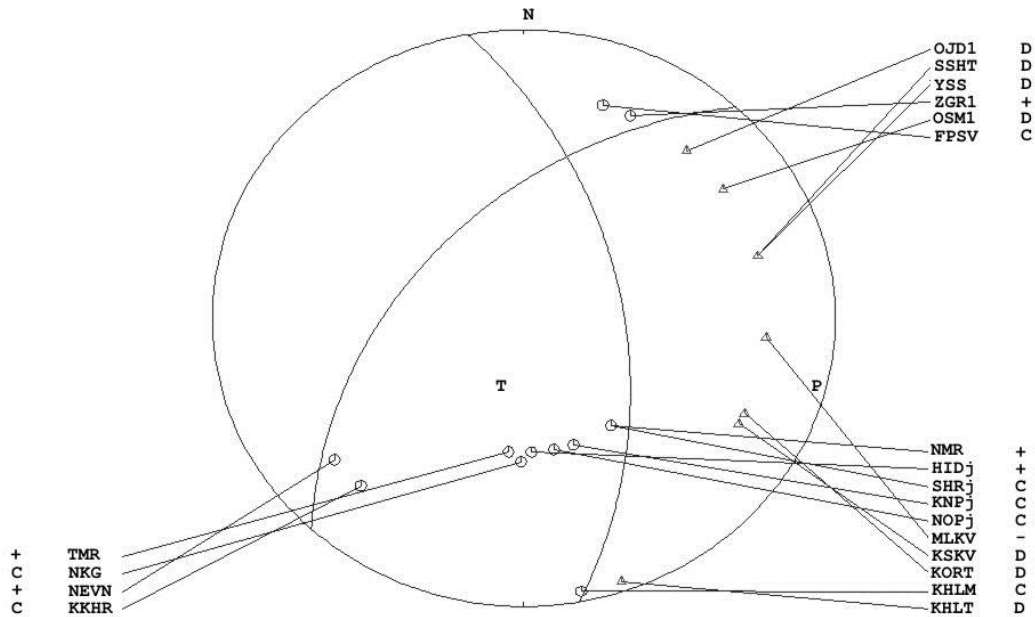


Рис. 2. Область решения механизма очага Чаплановского землетрясения 13 сентября 2009 г. с указанием положения знаков первых вступлений  $P$ -волн и проекций нодальных плоскостей

Региональное решение механизма приведено в табл. 2. Там же приведено решение, полученное агентством NIED методом инверсии волновых форм на базе записей сейсмических станций с о. Хоккайдо (использовались параметры гипоцентра, определенные агентством JMA). Как видим, несмотря на значительное расхождение параметров гипоцентра, решения механизма очага агентств SKHL и NIED довольно близки.

Таблица 2. Решения механизма очага Чаплановского землетрясения 13 сентября 2009 г. с  $MLH=4.4$

Агентство	Дата, д м	$t_0$ , ч мин с	$h$ , км	Магнитуды		$K_c$	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Ис-точник
				$M_w$	$MLH$		$T$		$N$		$P$		$NP1$			$NP2$			
							$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$PL$	$AZM$	$STK$	$DP$	$SLIP$	$STK$	$DP$	$SLIP$	
SKHL	13.09	00 13 18.15	10.6		4.4	9.8	59	209	30	12	6	105	224	47	133	350	58	54	[11]
NIED	13.09	00 13 00	8	4.4									209	53	111	356	42	64	[8]

Землетрясение произошло в условиях субширотного сжатия. Тип сейсмодислокации – взбросодвиг.

**Макросейсмические данные** получены путем обследования населенных пунктов Южного Сахалина сотрудниками отдела сводной обработки СФ ГС РАН. Минимальное эпицентральное расстояние, на котором были зафиксированы ощутимые сотрясения, составило 11 км, максимальное – 46 км. Наибольшая интенсивность сотрясений наблюдалась в населенных пунктах долины р. Лютога, особенно сильные сотрясения с интенсивностью до 6 баллов зарегистрированы, как отмечено выше, в пос. Чапланово.

Сведения о макросейсмических проявлениях Чаплановского землетрясения приведены ниже.

*Пос. Чапланово.* Землетрясение ощущалось всеми людьми как в помещениях, так и под открытым небом. Небольшую часть жителей поселка составляли переселенцы из г. Невельск, где в августе 2007 г. произошло 7–8-балльное землетрясение, эти люди испытали сильный испуг. Реакция остальных жителей варьируется от спокойной до легкого испуга. В помещениях здания поселковой Управы в штукатурке потолка и стен образовались многочисленные трещины, местами штукатурка обвалилась кусками. На фасаде этого здания тоже кое-где обвалилась штукатурка, а также треснуло массивное бетонное крыльцо. На фасаде здания детского сада тоже местами обвалились куски штукатурки, на кухне выпало окно, внутри помещений со стен и потолка обвалилась штукатурка. Большие куски штукатурки обвалились с фасада здания дома культуры и в помещениях библиотеки, расположенной в этом здании, а также в здании школы. В библиотеке

расслоились старые деревянные рамы, одна из них выпала. В квартирах и подъездах жилых домов тоже появились трещины и местами обвалилась штукатурка, но эти повреждения показались менее значительными, чем в Управе, детском саду и библиотеке. Хотя жители дома № 36 утверждали, что трещины в их квартирах – сквозные, потому что «из них дует». А на доме № 17 отвалился и повис балкон. Многие опрошенные отмечали гул непосредственно перед началом сотрясений. На рис. 3 представлены фотографии, на которых изображены повреждения в помещениях и на фасаде зданий в пос. Чапланово, вызванные землетрясением 13 сентября.



**Рис. 3.** Примеры повреждений в пос. Чапланово, вызванные землетрясением 13 сентября 2009 г.: обвалившиеся куски штукатурки (а) и треснувшее крыльцо (б) в здании поселковой Управы, осыпавшаяся штукатурка в помещениях библиотеки (в) и детского сада (г), выпавшее окно и обвалившиеся куски штукатурки на фасаде детского сада (д), поврежденный балкон в жилом доме (е)

*Пос. Пожарское.* Землетрясение ощущалось всеми опрошенными, находившимися в момент землетрясения в помещениях, отмечены звон посуды и падение легких кухонных предметов.

*Пос. Высокое.* Землетрясение ощущалось людьми, находящимися на первом-втором этажах зданий. Сильно качало, звенела посуда, раскачивались люстры.

*Пос. Огоньки.* Люди в помещениях отметили сильные сотрясения двухэтажного дома, сходные с производимыми тяжелым грузовиком, некоторые испытали головокружение. Некоторые наблюдатели на улице также отметили «непонятное состояние», напоминающее легкое головокружение, другие (занятые работой в поле или на огороде) ничего не заметили. В одноэтажном доме зазвенели и упали со стола стеклянные банки, сдвинулась легкая кухонная мебель, затряслась печка. В магазинах сильно тряслись и звенели стеклянные бутылки.

*Пос. Пятиречье.* Землетрясение ощущалось людьми, находящимися в помещениях, на 1–2 этажах. Наблюдатели ощущали толчки в течение нескольких секунд, отметили стук раковины о стену, колебание поверхности воды в бочке, легкое осыпание штукатурки со стен. Некоторые испугались. Пожилой мужчина упал со стула.

*Г. Холмск.* Землетрясение ощущалось людьми в помещениях, особенно сильные толчки отмечены на высоких этажах. Качались люстры и легкие предметы.

*Г. Невельск.* Землетрясение ощущалось людьми в помещениях: на первом-втором этажах звенела посуда и качались люстры, на четвертом-пятом – открывались и закрывались дверцы шкафов.

*Пос. Воскресенское.* Землетрясение ощущалось людьми на первых этажах деревянных домов, отмечено раскачивание люстр, звон посуды, колебания легкой мебели (кровати, столов, стульев).

*Пос. Ожидаево.* Землетрясение ощущалось многими людьми, находившимися в покое в помещениях, некоторые заметили легкое покачивание люстр.

*Г. Анива.* На первом этаже и на улице никто из опрошенных ничего не ощущал. Но на высоких этажах (четвертых-пятых) все опрошенные ощущали заметные колебания и видели покачивание люстр, а в одной квартире наблюдалось падение легких предметов со столов и полков и выплескивание воды из аквариума.

*Пос. Горнозаводск.* Землетрясение ощущалось некоторыми людьми в помещениях, отмечено покачивание люстр. Под открытым небом не ощущалось.

*Пос. Синегорск.* Землетрясение ощущалось некоторыми людьми внутри помещений (второй–четвертый этажи), находившимися в состоянии покоя, несколько человек заметили легкое покачивание люстр.

*Г. Южно-Сахалинск.* Некоторые люди, находившиеся в состоянии покоя на верхних (четвертый–восьмой) этажах зданий, ощутили слабые колебания.

Оценки макросейсмической интенсивности для всех населенных пунктов, откуда получены сведения, приведены в табл. 3 и отражены на карте рис. 4.

**Таблица 3.** Макросейсмические данные о Чаплановском землетрясении 13 сентября 2009 г. с  $MLH=4.4$

№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E
1	<u>6 баллов</u>	15	46.96	142.23	7	г. Невельск	28	46.69	141.86
	пос. Чапланово				8	пос. Воскресенское	29	46.77	142.52
2	<u>4 балла</u>	11	46.88	142.28	<u>2–3 балла</u>				
	пос. Пожарское				9	пос. Ожидаево	28	47.03	142.39
	пос. Высокое				10	г. Анива	32	46.72	142.52
	пос. Пятиречье				11	пос. Горнозаводск	39	46.57	141.82
	пос. Огоньки				12	пос. Синегорск	47	47.17	142.53
6	<u>3–4 балла</u>	24	47.04	142.04	<u>2 балла</u>				
	г. Холмск				13	г. Южно-Сахалинск	42	46.96	142.76

Максимальный макросейсмический эффект Чаплановского землетрясения оказался заметно выше ожидаемого. По теоретическим расчетам, основанным на макросейсмической формуле Л.С. Оскорбина для Сахалинского региона [12]:

$$I_i = 1.6 MLH - 4.3 \lg \Delta + 3.3, \quad (1)$$

применяемой в СФ ГС РАН, максимальная интенсивность сотрясений не должна была превышать 5–6 баллов в ближайших к эпицентру населенных пунктах. Наблюденная интенсивность сотрясений для Южного Сахалина, как правило, оказывается несколько ниже расчетной.

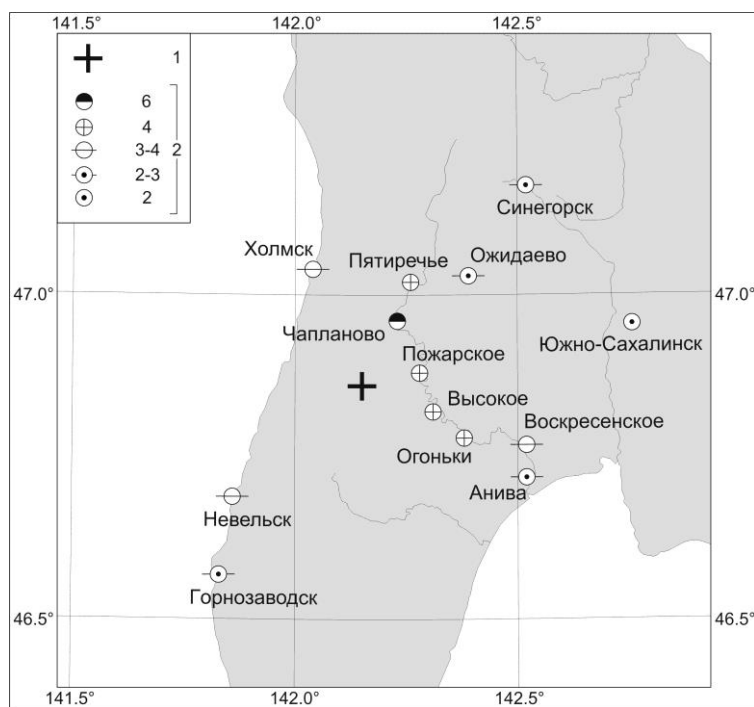


Рис. 4. Карта пунктов-баллов Чаплановского землетрясения 13 сентября 2009 г. с  $MLH=4.4$

1 – инструментальный эпицентр; 2 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64

На рис. 5 приведен график зависимости интенсивности сотрясений в населенных пунктах Южного Сахалина для Чаплановского землетрясения от расстояния до гипоцентра, где показаны как наблюдаемые значения, так и рассчитанные по выше приведенной формуле Л.С. Оскорбина. Прямая затухания макросейсмической интенсивности, построенная по наблюдаемым значениям без учета макросейсмического эффекта в пос. Чапланово, оказывается значительно ниже значений, полученных по указанной формуле, но лучше соответствует расчетным значениям по макросейсмической формуле Д.А. Сафонова

$$I_i = 1.59 MLH - 3.41 \lg \Delta + 0.98, \quad (2)$$

предложенной в [13] для территории Южного Сахалина.

Конкретно в пос. Чапланово наблюдаемое значение интенсивности на 1 балл выше рассчитанного по формуле Л.С. Оскорбина (1) и на 2 балла выше прогнозируемого по тренду, а также рассчитанного по формуле Д.А. Сафонова (2).

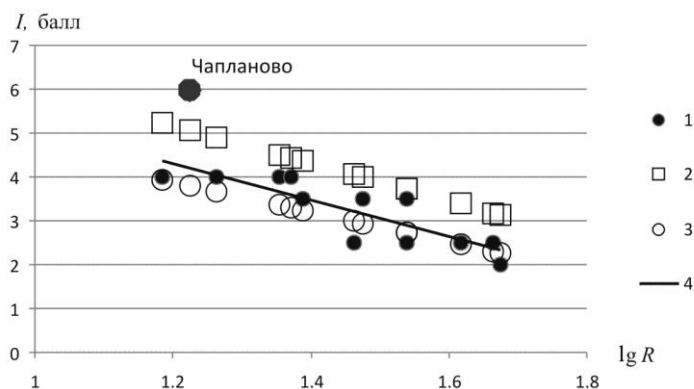


Рис. 5. Зависимость интенсивности сотрясений в населенных пунктах Южного Сахалина от расстояния до гипоцентра Чаплановского землетрясения

1 – наблюдаемые значения; 2, 3 – расчетные значения интенсивности по формулам Л.С. Оскорбина (1) и Д.А. Сафонова (2) соответственно; 4 – прямая затухания интенсивности, рассчитанная по наблюдаемым данным без учета значения интенсивности в пос. Чапланово.

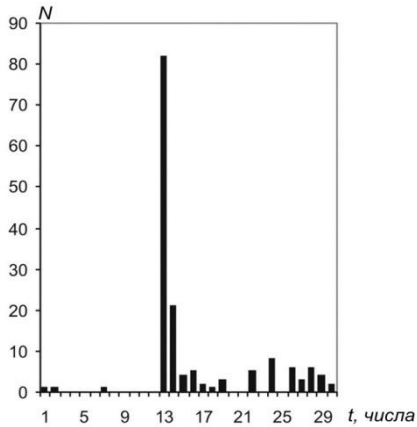


Рис. 6. Число землетрясений, зарегистрированных вблизи эпицентра Чаплановского толчка в сентябре 2009 г.

**Афтершоки** Чаплановского землетрясения были обработаны благодаря локальной сети цифровых сейсмических станций СФ ГС РАН, действовавшей на юге о. Сахалин. До конца 2009 г. в районе очага землетрясения зафиксировано около двухсот афтершоков с  $Ml=0.6-3.5$  [14]. Основной афтершоковый процесс реализовался в первые сутки (рис. 6), когда было зарегистрировано 103 афтершока, 57 из них – представительной магнитуды  $Ml \geq 1.5$ . Магнитуда  $Ml$  максимального афтершока, произошедшего спустя  $06^h42^m$  после главного толчка, составила 3.3. Следовательно, ступень  $\Delta Ml$  с главным толчком составила

$$\Delta Ml = 4.4 - 3.3 = 1.1. \quad (3)$$

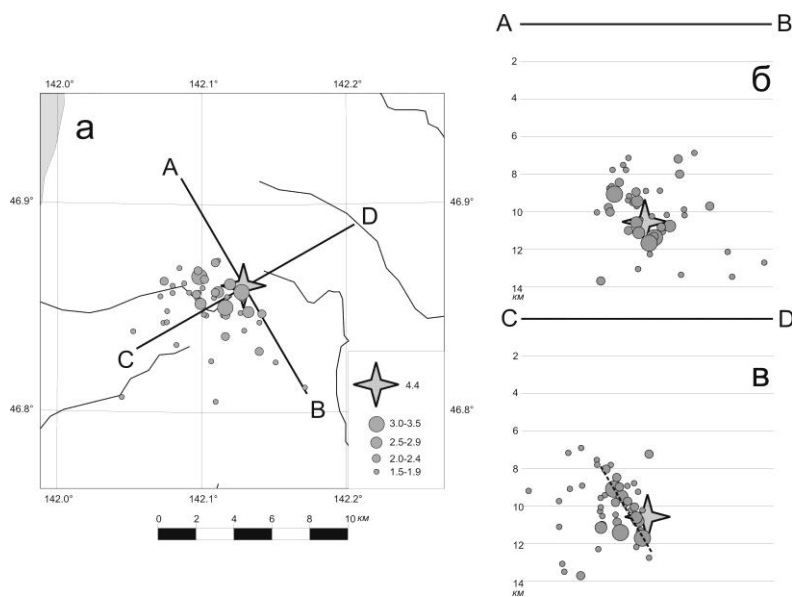


Рис. 7. Положение гипоцентров главного толчка и афтершоков ( $Ml \geq 1.5$ ) первых суток Чаплановского землетрясения в плане (а) и на вертикальных разрезах (б, в)

**Размер очага.** Положение гипоцентра главного толчка и афтершоков представительной магнитуды ( $Ml \geq 1.5$ ), произошедших 13–14 сентября 2009 г., показано на рис. 7. Большинство событий первых двух суток группируется в области, вытянутой в северо-западном направлении (по наиболее сильным афтершокам), с размером приблизительно  $4 \times 5$  км (рис. 7 а), при этом на вертикальных разрезах (рис. 7 б, в) гипоцентры в основном локализуются в интервале глубин 7–12 км. Это дает основание предположить размер очага землетрясения вдоль падения около 6 км. При проекции гипоцентров афтершоков на вертикальную плоскость С–D (рис. 7 в) отмечается группирование наиболее крупных из них вдоль наклонной плоскости, падающей под углом  $60^\circ$  в восток–северо-восточном направлении.

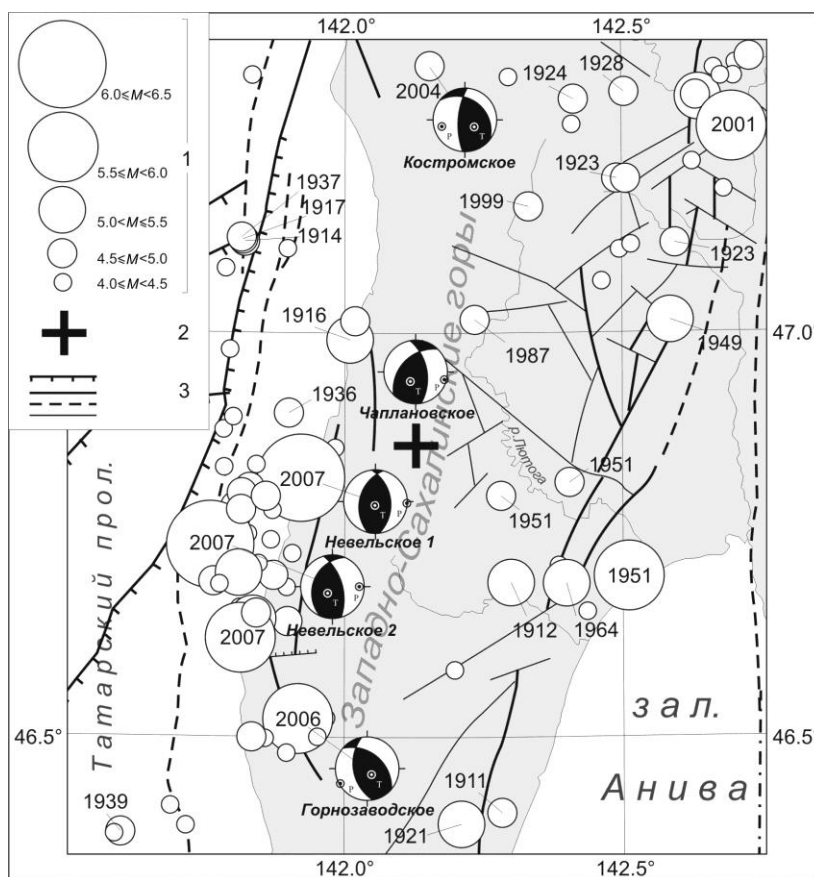
Погрешность  $\delta$  определения координат эпицентров землетрясений для данного района приблизительно оценивается равной  $\delta \sim 0.5-1$  км, а возможная ошибка по глубине –  $\delta h = 2-3$  км. Это заставляет с осторожностью подходить к полученным результатам.

**Выбор действующей плоскости** можно выполнить с привлечением геометрии объема афтершоков и полученного решения механизма очага Чаплановского землетрясения (рис. 2). С учетом не слишком высокой точности определения параметров механизма очага в качестве действующей плоскости может считаться плоскость  $NP2$  с простиранием в  $STK=350^\circ$  и падением в  $DIP=55^\circ$ , которая неплохо согласуется с описанной выше ориентацией области афтершоков Чаплановского землетрясения.



Механизм очага Чаплановского землетрясения характерен для событий, происходящих в районе Западно-Сахалинских гор и Татарского пролива, находящихся в условиях субширотного сжатия [15]. Периодические GPS-наблюдения на юге Сахалина также свидетельствуют о преобладании деформации субширотного сжатия вследствие схождения литосферных плит, которое реализуется в пределах островной суши со скоростью 4–5 мм/год [16]. Однако есть и отличия: предыдущие сильные землетрясения, произошедшие в этом регионе, – Костромское 2004 г. [17], Горнозаводское 2006 г. [18], Невельские 2007 г. [19] – имеют рабочую нодальную плоскость, падающую на запад и правостороннюю сдвиговую компоненту подвижки, в то время как у Чаплановского землетрясения была принята плоскость восточного падения с левосторонней сдвиговой компонентой.

**История инструментальных наблюдений** на юге о. Сахалин насчитывает немногим более ста лет [2]. Сильные и умеренной величины землетрясения регистрируются здесь достаточно регулярно. В основном эпицентры таких землетрясений окаймляют Западно-Сахалинские горы с востока, где проходит южный фланг активного Центрально-Сахалинского разлома, и с запада (рис. 8), где вдоль побережья расположены сегменты Западно-Сахалинского разлома [20]. Именно с этими активными разломными зонами связывают наиболее сильные землетрясения юга острова: Анивское 02.02.1951 г. с  $MLH=5.5$  [21], Такойское 01.09.2001 г. с  $MLH=5.2$  [22], Горнозаводское 17.08.2006 г. с  $MLH=5.9$  [18], Невельские 02.08.2007 г. в  $02^h37^m$  с  $MLH=6.3$  и в  $05^h22^m$  с  $MLH=6.0$ ,  $I_0=8$  [19, 23]. Крупных землетрясений с  $MLH \geq 4.0$  непосредственно вблизи очаговой зоны Чаплановского землетрясения не известно, однако в последнем десятилетии в этом районе регулярно фиксировались слабые подземные толчки и рои землетрясений с  $MLH \leq 3.0$ , что характерно для всего блока Западно-Сахалинских гор.



**Рис. 8.** Карта эпицентров землетрясений территории о. Сахалин в 1910–2009 гг. [2, 24, 25] в районе Чаплановского землетрясения 13 сентября 2009 г. в пределах координат  $\varphi=46.4-47.4^\circ\text{N}$ ,  $\lambda=141.5-142.7^\circ\text{E}$  и стереограммы Костромского [17], Чаплановского (табл. 2), двух Невельских [19] и Горнозаводского землетрясений [18]

1 – магнитуа землетрясений; 2 – эпицентр Чаплановского землетрясения,  $MLH=4.4$ ; 3 – положение разломов, согласно В.С. Рождественскому [20] (цифры около эпицентров обозначают год возникновения землетрясения).



**Тектоническая позиция Чаплановского землетрясения.** Центрально-Сахалинский и Западно-Сахалинский литосферные разломы ограничивают крупный блок земной коры длиной около 1000 км и шириной 10–50 км, продолжающийся на о. Хоккайдо и суживающийся книзу в одну дизъюнктивную зону. В.В. Харахинов предлагал отнести зоны Западно- и Центрально-Сахалинского разломов к одной дизъюнктивной системе более высокого ранга [26]. Область самих Западно-Сахалинских гор рассечена поперечными трансорогенными разломами и также сейсмически активна, хотя землетрясений с  $MLH \geq 5.0$  здесь на протяжении истории инструментальных наблюдений не регистрировалось (рис. 8).

Землетрясения умеренной величины, происходящие в Западно-Сахалинских горах, связаны, скорее всего, с оперяющими разломами основных разломных зон, самые крупные из которых прослеживаются вглубь горных хребтов на десятки километров и секут литосферный блок земной коры между Центрально- и Западно-Сахалинскими разломами. К ним часто приурочены участки речных долин, имеющие северо-западное простирание. Примером такого разлома является Лютогский, который на поверхности выражен широкой полосой разрозненных северо-западных малоамплитудных разрывов, пересекающих остров от нижнего течения р. Лютога до западного побережья. С ним совпадают зона мелкофокусных землетрясений и ареал развития интенсивных гравитационных процессов [27]. Эпицентр Чаплановского землетрясения находится восточнее основных сегментов Западно-Сахалинского разлома и южнее известных выходов на поверхность Лютогского разлома, в этом районе нет закартированных разломов, однако с учетом глубины очага, Чаплановское землетрясение может попасть на продолжение плоскости крупного наклонного разлома, либо его причиной возможно стала подвижка на неизвестном малом сейсморазрыве.

Подводя итоги, констатируем, что ощутимое Чаплановское землетрясение стало, предположительно, результатом подвижки вдоль плоскости субмеридионального простирания  $STK=350^\circ$  с падением  $DP=58^\circ$ . Тип подвижки в очаге – взбросодвиг. Размер очаговой зоны по падению оценивается в 6 км или менее. Землетрясение сопровождалось достаточно интенсивной серией афтершоков на площади  $\sim 20 \text{ км}^2$ , реализовавшейся в основном в первые двое суток после основного события. Проведенное макросейсмическое обследование плейстосейсмической области позволило получить карту пунктов-баллов и оценить затухание интенсивности сотрясений с расстоянием. Отмечено аномально высокое значение интенсивности сотрясений в пос. Чапланово. Из анализа истории сейсмичности очаговой области примерно за 100 лет [2] следует, что это землетрясение можно отнести к фоновым событиям.

#### Л и т е р а т у р а

1. **Кислицына И.П. (отв. сост.), Децик И.В. (сост.).** Каталог землетрясений Сахалина за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
2. **Региональный каталог землетрясений острова Сахалин, 1905–2005** / Отв. ред. Л.Н. Поплавская. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2006. – 104 с.
3. **Михайлов В.И. (сост.).** Сейсмические станции Сахалина в 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
4. Каталог землетрясений Сахалина за 2009 г. по данным опорной сейсмической станции «Южно-Сахалинск». – Южно-Сахалинск: СФ ГС РАН, 2009. – Фонды СФ ГС РАН, 2009.
5. Оперативный каталог землетрясений Сахалинского региона // Результаты комплексных сейсмологических работ (отчет СФ ГС РАН за 2009 г.). – Фонды СФ ГС РАН, 2010.
6. **Паршина И.А. (отв. сост.).** V.13. Юг о. Сахалин ( $M \geq 2.3$ ) (по данным СФ ГС РАН (SKHL) // Землетрясения России в 2009 году. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 179–182.
7. **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/).
8. **Bulletin of the International Seismological Centre for 2009.** – Thatcham, United Kingdom: ISC, 2011.
9. **Ким Ч.У., Михайлов В.И., Сен Р.С., Семенова Е.П.** Невельское землетрясение 02.08.2007: анализ инструментальных данных // Тихоокеанская геология. – 2009. – 28. – № 5. – С. 4–15.
10. **Snoke J.A. et al.** A program for focal mechanism determination by combined use of polarity and  $SV-P$  amplitude ratio data // Earthquake Notes. – 1984. – 55. – N 3. – P. 15.

11. **Гладырь Ж.В. (отв. сост.), Сафонов Д.А. (сост.).** Каталог механизмов очагов землетрясений Сахалина за 2009 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
12. **Оскорбин Л.С.** Уравнения сейсмического поля сахалинских землетрясений // Сейсмическое районирование Сахалина. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 34–45.
13. **Сафонов Д.А.** Динамика сейсмичности Южного Сахалина на основе современных инструментальных и макросейсмических данных: Автореф. дисс. канд. физ.-мат. наук. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2008. – 24 с.
14. **Паршина И.А., Сафонов Д.А. (сост.).** Каталог афтершоков Чаплановского землетрясения 13 сентября 2009 г. с  $MLH=4.4$ ,  $I_0=6$ . (См. Приложение к наст. сб. на CD).
15. **Поплавская Л.Н., Рудик М.А., Сафонов Д.А., Нагорных Т.В.** Поле упругих напряжений и сейсмодислокации западного побережья Южного Сахалина // Проблемы сейсмобезопасности Дальнего Востока и Восточной Сибири. Международный научный симпозиум. Южно-Сахалинск, Россия, 27–30 сентября 2007 г. Тезисы докладов. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2007. – С. 20–21.
16. **Василенко Н.Ф., Прытков А.С., Ким Ч.У., Такахаша Х.** Косейсмические деформации земной поверхности на о. Сахалин в результате Невельского землетрясения 02.08.2007,  $M_w=6.2$  // Тихоокеанская геология. – 2009. – № 5. – С. 16–21.
17. **Поплавская Л.Н., Нагорных Т.В., Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Рудик М.И.** Костромское землетрясение 30 мая 2004 г. с  $MLH=4.8$ ,  $I_0=5-6$  (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии, 2004. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 303–313.
18. **Фокина Т.А., Сафонов Д.А.** Горнозаводское землетрясение 17 августа 2006 г. с  $MLH=5.9$ ,  $K_C=12.0$ ,  $I_0=7$  (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 367–374.
19. **Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Фокина Т.А.** Невельские землетрясения 2 августа 2007 г. в  $02^h37^m$  с  $MLH=6.3$  и в  $05^h22^m$  с  $MLH=6.0$ ,  $I_0=8$  (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 396–407.
20. **Рождественский В.С.** Геодинамическая эволюция Хоккайдо-Сахалинской складчатой системы // Тихоокеанская геология. – 1993. – № 2. – С. 76–88.
21. **Соловьёв С.Л., Оскорбин Л.С., Ферчев М.Д.** Землетрясения на Сахалине. – М.: Наука, 1967. – 180 с.
22. **Поплавская Л.Н., Фокина Т.А., Сафонов Д.А., Нагорных Т.В., Ким Чун Ун, Сен Рак Се, Урбан Н.А.** Такойское землетрясение 1 сентября 2001 года с  $M=5.2$ ,  $I_0=7$  (Сахалин) // Землетрясения Северной Евразии в 2001 году. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 331–345.
23. **Невельское землетрясение и цунами 2 августа 2007 года, о. Сахалин** / Отв. ред. Б.В. Левин, И.Н. Тихонов. – М.: Янус-К, 2009. – 204 с.
24. **Кислицына И.П. (отв. сост.), Децик И.В.** Каталог землетрясений Сахалина за 2006 г. ( $N=225$ ). // Землетрясения Северной Евразии, 2006 год. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – (На CD).
25. **Кислицына И.П. (отв. сост.), Сохатюк А.С., Децик И.В.** Каталог землетрясений ( $N=628$ ) и взрывов ( $N=22$ ) Сахалина за 2007 г. // Землетрясения Северной Евразии, 2007 год. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – (На CD).
26. **Харахинов В.В., Гальцев-Безюк С.Д., Терещенко А.А.** Разломы Сахалина // Тихоокеанская геология. – 1984. – № 2. – С. 77–86.
27. **Мельников О.А.** Структура и динамика Хоккайдо-Сахалинской складчатой области. – М.: Наука, 1987. – 95 с.