

**О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАМЧАТСКОГО ФИЛИАЛА
РОССИЙСКОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА В 2011-2013 гг.**

Чебров В.Н., Салтыков В.А., Серафимова Ю.К.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, chebr@emsd.ru

Оперативную оценку сейсмической опасности, прогноз землетрясений и извержений вулканов, а также их возможных последствий на территории Камчатского края осуществляет Камчатский филиал Российского экспертного совета (РЭС) по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска (КФ РЭС) [15].

Заседания КФ РЭС проводятся, как правило, один раз в неделю. Сообщения КФ РЭС с оценками сейсмической и вулканической опасности в Камчатском крае передаются в РЭС, Координационный прогностический центр (КПЦ) Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН (ИФЗ РАН), краевую и городскую администрации, Главное управление МЧС России по Камчатскому краю, ГС РАН; центр «Антистихия» МЧС РФ; управление ФСБ по Камчатскому краю командующему войсками и силами на северо-востоке РФ. Передача заключений в средства массовой информации осуществляется через пресс-центр ГУ МЧС по Камчатскому краю.

При еженедельной оценке сейсмической опасности рассматриваются заключения о сейсмической обстановке по данным наблюдений за предвестниками сильных землетрясений, которые можно разделить на несколько групп в соответствии с природой используемых полей: сейсмологические, геофизические, геохимические, геодезические. Большинство используемых методик подробно рассмотрено в [15], там же приведены примеры их применения.

Таблица 1. Параметры землетрясений с $M \geq 6.0$, произошедших в Камчатском регионе ($\varphi = 49-62 N$, $\lambda = 152-169 E$) в 2011 г. – августе 2013 г. Координаты эпицентров, время, магнитуда M_c соответствуют каталогу КФ ГС РАН; R – эпицентральное расстояние до г. Петропавловска-Камчатского. Значения магнитуд M_w взяты из каталога NEIC (<http://earthquake.usgs.gov>).

№	ГГГГММДД	ч:мин:сек	φ	λ	H , km	K_s	NEIC	M_c	R , km	Балл MSK-64
1	20110220	21:43:22	55.73	162.48	48	13.8	6.1 M_w WCMT	6.2	390	U-Kam. 5; PTR 2-3
2	20120720	06:10:21	49.02	156.56	53	14.3	6.0 M_w WCMT	6.1	465	Sev-Kur 4-5
3	20121116	18:12:38	49.02	155.90	68	14.8	6.5 M_w WCMT	6.5	480	Sev-Kur 4-5, PTR 2-3
4	20130228	14:05:48	50.67	157.77	61	15.2	6.9 M_w WCMT	6.6	265	Sev-Kur 5-6, PTR 4-5
5	20130301	12:53:49	50.63	157.94	52	14.2	6.4 M_w	5.9	267	Sev-Kur 5, PTR 3
6	20130301	13:20:48	50.64	157.90	62	15.1	6.5 M_w	6.5	267	Sev-Kur 6, PTR 3-4
7	20130324	04:18:33	50.68	160.35	42	14.0	5.9 M_w	6.3	284	PTR 3
8	20130419	19:58:40	49.92	157.82	84	14.1	6.1 M_w	6.6	347	Sev-Kur 3
9	20130420	13:12:49	49.89	157.64	76	14.6	6.1 M_w	6.2	352	Sev-Kur 5-6, PTR 2-3
10	20130521	01:55:03	52.22	160.89	59	13.6	6.0 M_w	6.3	177	PTR 3
11	20130521	05:43:16	52.05	160.49	48	14.4	6.1 M_w	6.3	166	PTR 4-5
12	20130524	05:44:47	54.76	153.79	630	17.0	8.3 M_w	7.4	371	PTR 5

Примечание: жирным шрифтом отмечены землетрясения с $M \geq 6.0$ в районе с координатами ($\varphi = 50.5-56.5 N$, $\lambda = 156-167 E$, см. рис. 1), т.е. землетрясения, относящиеся к сейсмоактивной области именно Камчатки.

За период 2011 – август 2013 г. в Камчатском регионе (район с координатами $\varphi = 49-62 N$, $\lambda = 152-169 E$) произошли 12 землетрясений с магнитудой $M \geq 6.0$, характеристики которых представлены в таблице 1, а положение эпицентров на рисунке 1.

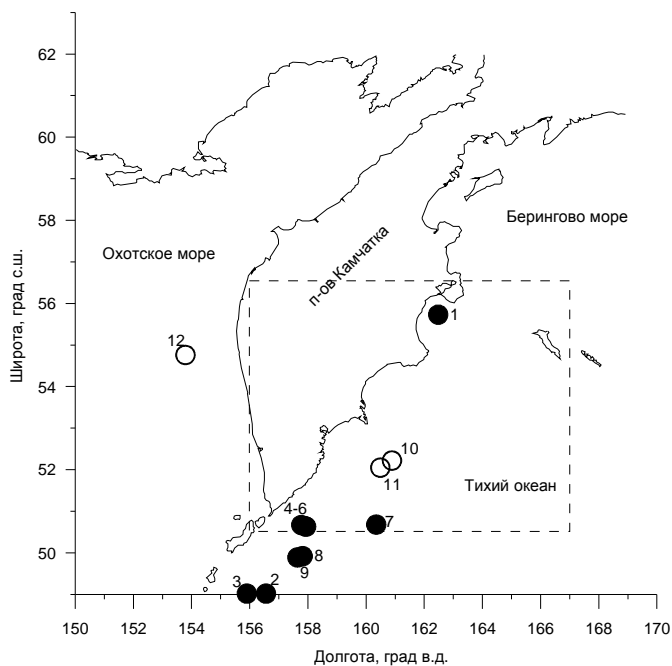


Рис. 1 Карта эпицентров землетрясений с $M \geq 6.0$ в 2011 г. – августе 2013 г. (нумерация согласно табл. 1). Пунктиром показан район с координатами ($\varphi = 50.5-56.5 N$, $\lambda = 156-167 E$). Черными кружками показаны землетрясения, перед которыми были даны прогнозы, либо были выявлены предвестники, как в реальном времени, так и ретроспективно.

Для событий №№ 1, 4-7, произошедших в районе с координатами $\varphi = 50.5-56.5 N$, $\lambda = 156-167 E$ в таблицах 2 и 3 представлены методы, по которым были выявлены предвестники как в реальном времени, так и ретроспективно. Перед событиями №№ 10-11 предвестники в реальном времени выявлены не были. Землетрясения вне указанного района не рассматриваются.

Таблица 2. Землетрясение 20.02.2011 г., $M_w=6.1$ (NEIC), $M_c=6.2$, $M_l = 6.2$, $M_s OBN = 6.2$, $mb OBN = 6.2$, $K_s = 13.8$ (№ 1 в табл. 1)

№	Метод Автор, Организация	Прогноз	Предвестник, выявленный в режиме реального времени	Предвестник, выявленный ретроспективно
1	Z-тест Н.М.Кравченко, КФ ГС РАН	Прогноз от 03.12.2010 землетрясения $M \geq 6$ в районе с координатами 53.5-57.5 с.ш., 159-164.5 в.д. (р-н Кроноцкого п-ва и северной части Кроноцкого з-ва, и в р-не Камчатского п-ва) в течение года. Землетрясение на краю зоны, включающей северную часть Кроноцкого з-ва, и р-н Камчатского п-ва		
2	RTL В.А.Салтыков, КФ ГС РАН		Прогноз от 03.12.2010 о возможности землетрясения $M \geq 7.0$ в ближайшие полгода на юге Камчатки (включая юг Авачинского з-ва) и в Камчатском заливе <i>Ошибка по энергии</i>	
3	СОУС'09 В.А.Салтыков, КФ ГС РАН			Отмечено снижение регионального уровня сейсмичности перед землетрясением 20.02.2011.
4	Vp/Vs Л.Б. Славина ИФЗ РАН	Прогнозы от 26.01.2011, 02.02.2011, 09.02.2011, 16.02.2011 о повышенной вероятности возникновения в течение недели землетрясения с $K_s \geq 13$ в р-не Камчатский залив – Камчатский пролив		

Таблица 3. Прогнозные оценки по отдельным видам наблюдений перед землетрясениями **28.02.2013** – **09.03.2013** гг. и землетрясением **24.03.2013** г., (№№ 4-7 в табл. 1.)

№	Метод Автор, Организация	Прогноз	Предвестник, выявленный в режиме реального времени	Предвестник, выявленный ретроспективно
1	Мониторинг кинетических параметров сейсмичности Н.Г. Томилин ФТИ РАН	Прогноз от 12.03.2010 (уточнение от 02.09.2010) с открытой датой з-я $K_s \geq 14.4 - 15.7$ в зоне выделенной трапеции, включающей южную Камчатку – средние Курилы. Возможно глубокофокусное событие. <i>Прогноз оправдался в отношении землетрясения 28.02.2013, $M_w=6.9$</i>		
2	Скважинные геоакустические наблюдения В.А.Гаврилов, ИВиС ДВО РАН		Прогноз от 27.12.2012 о возможности з-я $MLH \geq 6.5$ в радиусе $R \leq 300$ км от ПТР, или $MLH \geq 7.0$ в радиусе $R \leq 550$ км от ПТР до 11.01.2013. Прогноз продлевался 11.01.2013, 25.01.2013, 04.02.2013. <i>Прогноз оправдался в отношении эпицентральных расстояний и магнитуд в связи с землетрясением 28.02.2013, $M_w=6.9$</i>	
3	Скважинные гидрогеодинами- ческие наблюдения Г.Н.Копылова, КФ ГС РАН	Прогноз от 01.02.2013 о возможности з-я $M \geq 5.0$ в радиусе 350 км от скв. Е-1 в течение одного-двух месяцев. <i>Прогноз оправдался в отношении землетрясения 28.02.2013, $M_w=6.9$</i>		
4	ОНЧ Г.И.Дружин, ИКИР ДВО РАН	Прогноз от 21.02.2013 о возможности з-я $K_s > 13.0$ в районе с координатами 157-168E 50-57N в течение 21.02 - 27.02.2013. Прогноз продлевался 28.02.2013 на 28.02 - 06.03.2013. <i>Прогноз оправдался в отношении землетрясения 28.02.2013, $M_w=6.9$</i>		
5	V_p/V_s Л.Б. Славина ИФЗ РАН		Прогноз от 21.03.2013 о возможности повторного з-я с $K_s > 13.0$ в р-не юга Камчатки – Северных Курил. <i>Предвестник выявлен? Ошибка по местоположению в отношении з-я 24.03.2013, $M_w=5.9$</i>	По станции SKR наблюдалась значительная аномалия, предварявшая землетрясение 28.02.2013, $M_w=6.9$
6	Мониторинг концентрации подпочвенных газов П.П.Фирстов, КФ ГС РАН		Прогноз от 21.02.2013 о возможности з-я $M \geq 6.0$ в р-не от м. Шипунский до м. Лопатка, или з-я $M \geq 6.5$ за пределами этого района в полосе ограниченной широтами 49.5° - 56° с.ш. и осью глубоководного желоба. <i>Предвестник выявлен? Ошибка по энергии в отношении з-я 24.03.2013, $M_w=5.9$</i>	
7	"Фазовый портрет" С.Э.Смирнов, ИКИР ДВО РАН		Прогноз от 21.02.2013 о возможности з-я $K_s > 12.6$ в районе с координатами 158-168E 51-55N в течение 21.03 - 27.03.2013. <i>Предвестник выявлен? Ошибка по местоположению в отношении з-я 24.03.2013, $M_w=5.9$</i>	
8	ВСШ В.А.Салтыков, КФ ГС РАН			По станции Начики наблюдалась стабилизация фазы, предварявшая землетрясение 28.02.2013, $M_w=6.9$

В 2013 г. по материалам КФ РЭС 1998 – 2013 гг. был выполнен анализ эффективности среднесрочного прогнозирования землетрясений $M \geq 6.0$ в реальном времени. В 1998 – августе

2013 гг. в Камчатском регионе произошло 37 землетрясений с магнитудой $M \geq 6.0$, большинство из которых предварялись среднесрочными предвестниками. Даты и магнитуды M_w (http://wwwneic.cr.usgs.gov/neis/epic/epic_rect.html) этих землетрясений представлены в таблице 4, а положение эпицентров на рисунке 2.

В таблице 4 также приводятся методики, по которым были даны прогнозы, впоследствии реализовавшиеся, или выявлены предвестники в реальном времени для каждого землетрясения.

Под оправдавшимся прогнозом (в таблице 4 – "Успешный прогноз") подразумевается данное заблаговременно предупреждение о землетрясении, которое соответствует реальному по времени, положению, энергии. В случае несоответствия одного из этих параметров реальности предупреждение квалифицируется как "предвестник, выявленный в режиме реального времени" (в таблице 4 – "Частично оправдавшийся прогноз").

На рис. 2 выделены две зоны – К и А. Зона К приурочена к восточному побережью Камчатки. В этой зоне для 16 землетрясений из 25, т.е. для 67% событий, были даны оправдавшиеся прогнозы либо выявлены предвестники в реальном времени. При этом в число методов варьирует от одного до четырех (табл. 4). Следует отметить, что землетрясения №№ 16, 22, 33 и 34, для которых не были выявлены предвестники, не соответствуют сейсмоактивной области Камчатки (пунктирная линия на рис. 2).

В зоне А, ориентированной вдоль направления структур Алеутской дуги, включая Командорские острова, где наблюдательные сети, кроме сейсмологической и GPS, либо отсутствуют, либо их уровень существенно ниже, чем в районе Петропавловского геодинамического полигона [15], только для одного из пяти событий были даны прогнозы, но по двум методикам (20%).

Таким образом, максимальная эффективность использования методик прогноза в реальном времени соответствует наиболее опасному участку восточного побережья Камчатки, для которого в 36% были сделаны оправдавшиеся прогнозы землетрясений. К сожалению, все еще остается высоким процент ложных тревог.

Опыт изучения комплекса сейсмологических, гидрогеодинамических, гидрогеохимических, акустических, электромагнитных и др. видов предвестников показывает их приуроченность к заключительным стадиям подготовки сильных камчатских землетрясений, что позволяет уточнять место и время ожидаемого сейсмического события с точностью от первых лет до месяцев - недель.

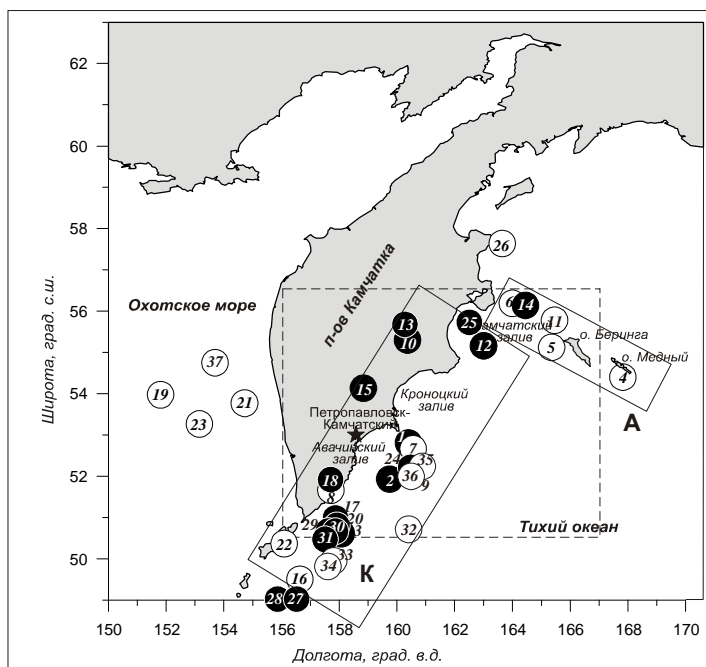


Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений с $M \geq 6.0$ в 1998 – августе 2013 г. (нумерация согласно табл. 4). Пунктиром показан район с координатами ($\varphi = 50.5-56.5$ N, $\lambda = 156-167$ E). Черными кружками показаны землетрясения, перед которыми были даны прогнозы, либо были выявлены предвестники, как в реальном времени, так и ретроспективно по среднесрочным методикам прогнозирования (см. табл. 4). Тонкими сплошными линиями показаны зоны К и А, пояснения в тексте.

Наиболее ярким событием в 15-ти летней деятельности КФ РЭС явилась экспертиза поступивших прогнозных оценок о развитии сейсмической обстановки на Камчатке и принятие решения о прогнозе сильного землетрясения в феврале 2012 г.

Из опыта деятельности КФ РЭС с 1998 г. [15] перед землетрясениями с магнитудой $M \geq 6.0$ количество методик, обнаруживающих в реальном времени предвестниковые аномалии, варьирует от 0 до 5 (в среднем 2). Поэтому ситуация, когда в КФ РЭС поступили 8 прогнозных оценок, полученных по краткосрочным методикам, рассматривалась как уникальная.

Таблица 4. Методики, по которым выявлены предвестники перед сильными ($M \geq 6.0$) камчатскими землетрясениями 1998-2013 гг.

№	Дата ггггммдд, M_w , H, км	Координаты		R, км до ПТР	Методики, участвующие в оценке сейсмической ситуации	Успешный прогноз	"Частично оправдавшийся" прогноз
		φ° , N	λ° , E				
1	19980601, $M_w=6.4$, H=31	52.81	160.37	120	M6, CODA, HFSN, WLO, HGCH	HGCH (от 21.05.1998 г.)	
2	19990308, $M_w=6.9$, H=7	51.93	159.72	140	M6, CODA, Z-test, HFSN, HGCH		Z-test (от 01.06.1998 г.)
3	19990918, $M_w=6.0$, H=40	50.99	157.84	230	M6, CODA, Z-test, HFSN, HGCH	HFSN (от 16.09.1999 г.)	HGCH (от 13.08.1999 г.)
4	19990928, $M_w=6.1$, H=40	54.40	168.52	625	M6, CODA, Z-test	–	–
5	19991126, $M_w=6.0$, H=39	55.12	165.32	500	M6, CODA, Z-test	–	–
6	20010802, $M_w=6.3$, H=25	56.21	164.05	500	CODA, RTL, Z-test	–	–
7	20011008, $M_w=6.5$, H=31	52.62	160.46	130	CODA, RTL, Z-test, HFSN, HGCH	–	–
8	20021016, $M_w=6.2$, H=108	51.66	157.68	160	M6, CODA, RTL, Z-test, HFSN, HGCH	–	–
9	20030315, $M_w=6.1$, H=4	52.15	160.66	170	M6, CODA, RTL, Z-test, HFSN, WLO, HGCH		HFSN (от 10.01.2003 г. по п. Карымшина и от 05.02.2003 по п. Начики)
10	20030616, $M_w=6.9$, H=190	55.30	160.34	280	M6, CODA, HFSN		HFSN (от 30.05.2003 г.)
11	20031205, $M_w=6.7$, H=29	55.78	165.43	540	M6, CODA, RTL, Z-test	–	–
12	20040414, $M_w=6.2$, H=48	55.16	162.97	370	M6, CODA, RTL, Z-test		RTL (от 24.10.2003 – 19.01.2007 гг.) Z-test (от 05.03.2004 г.)
13	20040610, $M_w=6.9$, H=208	55.68	160.25	320	M6, CODA, HFSN, WLO		HFSN (от 13.05.2004 г.) WLO (от 21.05.2004 г.) M6 (от 06.11.2003 г.)
14	20060412, $M_w=6.0$, H=1	56.14	164.42	510	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, GAE	GAE (от 23.03.2006 г., 30.03.2006 г. и 07.04.2006 г.) DT (от 12.02.2006 г.)	
15	20060522, $M_w=6.2$, H=213	54.13	158.81	130	M6, CODA, DT, HFSN, WLO, GAE	WLO (от 20.04.2006 г.)	GAE (от 21.04.2006 г., 28.04.2006 г.)
16	20060820, $M_w=6.0$, H=37	49.49	156.60	410	M6, CODA, DT, GAE	–	–
17	20060824, $M_w=6.5$, H=38	50.75	157.97	250	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, HFSN, HGCH, GAE	HFSN (от 04.07.2006 г., 04.08.2006 г., 18.08.2006 г.)	Z-test (от 11.08. 2006 г.)
18	20070530, $M_w=6.4$, H=129	51.92	157.67	140	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, HFSN, WLO, HGCH		Z-test (от 19.01.2007 г.)

19	20080705, M _w =7.7, H=665	53.98	151.74	470	M6, CODA, DT	–	–
20	20080724, M _w =6.2, H=40	50.61	158.04	270	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, HFSN, WLO, HGCH, GAE		Z-test (от 25.01.2008 г. и от 29.05.2008 г.) RTL (от 30.05.2008 г.)
21	20081124, M _w =7.3, H=564	53.77	154.69	270	M6, CODA, DT	–	–
22	20090421, M _w =6.2, H=179	50.37	156.06	340	M6, CODA, DT, HFSN, WLO, GAE	–	–
23	20091210, M _w =6.3, H=597	53.27	153.13	370	M6, CODA, DT	–	–
24	20100730, M _w =6.3, H=38	52.22	160.46	150	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, HFSN, WLO, HGCH, GAE	Z-test (от 28.06.2010 г.)	HFSN (от 09.06.2010 г.) DT (от 12.03.2010 г.) ? RTL (от 20.03.2009 г.)
25	20110220, M _w =6.1, H=48	55.73	162.48	390	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, GAE	Z-test (от 03.12.2010 г.)	RTL (от 06.11.2009 г.)
26	20120624, M _w =6.0, H=67	57.59	163.56	600	M6, CODA, RTL, Z-test, DT	–	–
27	20120720, M _w =6.0, H=53	49.02	156.56	465	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, GAE	–	DT (от 12.03.2010 г.) GAE (от 13.07.2012 г. как продление прогноза от 13.01.2012 г.)
28	20121116, M _w =6.5, H=68	49.02	155.90	480	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, GAE	DT (от 12.03.2010 г., уточнение от 02.09.2012 г.)	–
29	20130228 M _w =6.9, H=61	50.67	157.77	265	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, HFSN, WLO, GAE	WLO (от 01.02.2013 г.)	DT (от 12.03.2010 г.), GAE (от 27.12.2012 г., продление 11.01.2013 г., продление 25.01.2013 г., уточнение 04.02.2013 г.)
30	20130301 M _w =6.4, H=52	50.63	157.94	267			
31	20130301 M _w =6.5, H=62	50.64	157.90	267			
32	20130324 M _w =5.9, H=42	50.68	160.35	284	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, WLO, GAE	–	–
33	20130419 M _w =6.1, H=84	49.92	157.82	347	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, WLO, GAE	–	–
34	20130420 M _w =6.1, H=76	49.89	157.64	352			
35	20130521 M _w =6.0, H=59	52.22	160.89	177	M6, CODA, RTL, Z-test, DT, HFSN, WLO, GAE	–	–
36	20130521 M _w =6.1, H=48	52.05	160.49	166			
37	20130524 M _w =8.3, H=630	54.76	153.79	371	M6, CODA, DT, WLO, GAE	–	DT (от 12.03.2010 г.)?

Примечание: CODA – вариации крутизны спада огибающей коды слабых местных землетрясений [1, 3]; M6 – алгоритм M6 [16]; RTL – метод RTL [12]; Z-test – метод Z-тест [7, 10, 19]; DT – мониторинг кинетических параметров сейсмичности [13]; HFSN – вариации параметров высокочастотного сейсмического шума, связанные с изменением приливного отклика чувствительности среды перед сильными землетрясениями [9, 11]; WLO – мониторинг вариаций уровня воды в скважинах [4, 5, 6, 17, 18]; HGCH – гидрогеохимический: вариации химического состава воды в скважинах и источниках [14]; GAE – мониторинг вариаций уровня геоакустической эмиссии и электрической составляющей электромагнитного поля Земли в СНЧ-диапазоне частот с помощью подземной антенны в глубоких скважинах [2]; GPS – мониторинг деформаций земной коры по данным GPS наблюдений[8].

По состоянию на 10 февраля 2012 г. отмечались аномалии в наблюдаемых геофизических полях (согласно восьми прогностическим методикам, включая ВСШ, вариации параметра τ , Z-тест, гидрогеохимические, скважинные гидрогеодинамические, скважинные геоакустические наблюдения, мониторинг концентрации подпочвенных газов и ОНЧ-излучения), что позволило сделать вывод о повышении вероятности землетрясений с $M=6-7$ в 5-10 раз в районе южной Камчатки, включая Авачинский залив в течение месяца (до 10 марта 2012 г.).

Диапазон магнитуд был ограничен сверху исходя из предположения, что землетрясения с магнитудой $M \geq 7.5$ должны предваряться аномалиями, отмечаемыми перед такими землетрясениями согласно литературным данным. В частности, речь идет о геодезических наблюдениях, которые не выявляли аномальных деформаций на Камчатке в рассматриваемый интервал времени (заклучения лаборатории геодинамических исследований КФ ГС РАН), и о мониторинге коды слабых местных землетрясений (заклучения лаборатории сейсмологии КФ ГС РАН).

В течение месяца с момента выдачи прогноза КФ РЭС ожидаемое землетрясение не произошло. Однако, по мнению большинства авторов заключений ситуация не изменилась. КФ РЭС счел необходимым продлить прогноз сильного землетрясения до 30 марта 2012 г. снизив вероятность.

30 марта прогноз был снят, ожидаемые землетрясения не произошли.

Список литературы

1. Абубакиров И.Р., Гусев А.А., Гусева Е.М. Отражение процесса подготовки Кроноцкого землетрясения 05.12.97 во временных вариациях скорости спада огибающих кода-волн слабых землетрясений // Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 года: предвестники, особенности, последствия. Петропавловск-Камчатский: КГАРФ, 1998. С. 112-120.
2. Гаврилов В.А., Морозова Ю.В., Сторчеус А.В. Вариации уровня геоакустической эмиссии в глубокой скважине Г-1 (Камчатка) и их связь с сейсмической активностью // Вулканология и сейсмология. 2006. № 1. С. 52-67.
3. Гусев А.А., Лемзиков В.К. Предварительные результаты изучения вариаций огибающих коды близких землетрясений перед Усть-Камчатским землетрясением 1971 г. // Вулканология и сейсмология. 1980. № 6. С. 82-93.
4. Копылова Г.Н. Гидрогеодинамический мониторинг сеймотектонических процессов на Камчатке // Активный геофизический мониторинг литосферы Земли: Матер. 2-го междунар. симпозиума 12-16 сентября 2005 г. Академгородок, Новосибирск. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005б. С. 156-160.
5. Копылова Г.Н. Изменения уровня воды в скважинах под влиянием землетрясений // Вестник КРАУНЦ. Серия наук о Земле. 2005а. № 5. С. 113-126.
6. Копылова Г.Н. Изменения уровня воды в скважине Елизовская-1, Камчатка, вызванные сильными землетрясениями (по данным наблюдений в 1987-1998 гг.) // Вулканология и сейсмология. 2001. № 2. С. 39-52.
7. Кравченко Н.М. Оценка достоверности сейсмического затишья, выделенного с помощью Z-теста, как предвестника сильного землетрясения // Вулканология и сейсмология. 2005. № 1. С. 59-66.
8. Левин В.Е., Магуськин М.А., Бахтиаров В.Ф., Павлов В.М., Титков Н.Н. Мультисистемный геодезический мониторинг современных движений земной коры на Камчатке и Командорских островах // Вулканология и сейсмология. 2006. №3. С. 54-67.
9. Рыкунов Л.Н., Салтыков В.А., Сеницын В.И., Чебров В.Н. Характерные параметры высокочастотного сейсмического шума перед сильными камчатскими землетрясениями 1996 г. // Докл. РАН. 1998. Том 361. №3. С.402-404.
10. Салтыков В.А., Кугаенко Ю.А. Сейсмические затишья перед двумя сильными землетрясениями 1996 г. на Камчатке // Вулканология и сейсмология. 2000. № 1. С. 57-65.
11. Салтыков В.А., Кугаенко Ю.А., Сеницын В.И., Чебров В.Н. 20 лет исследованию сейсмических шумов на Камчатке: от экспериментальных наблюдений к прогнозу землетрясений и моделированию // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. Петропавловск-Камчатский. 2007. №1. вып.9. С.37-50.
12. Соболев Г.А., Тюпкин Ю.С. Аномалии в режиме слабой сейсмичности перед сильными землетрясениями Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1996. № 4. С. 64-74.
13. Томилин Н.Г., Дамаскинская Е.Е., Павлов П.И. Статистическая кинетика разрушения горных пород и прогноз сейсмических явлений // ФТТ. 2005. Т. 47. № 5. С. 955.
14. Хаткевич Ю. М., Рябинин Г. В. Гидрогеохимические исследования на Камчатке в связи с поиском предвестников землетрясений // Вулканология и сейсмология. 2006. № 4. С. 34-42.
15. Чебров В.Н., Салтыков В.А., Серафимова Ю.К. Прогнозирование землетрясений на Камчатке. По материалам работы Камчатского филиала Российского экспертного совета по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска в 1998-2009 гг. М.: Светоч Плюс, 2011. 304 с.
16. Широков В.А. Опыт краткосрочного прогноза времени, места и силы камчатских землетрясений 1996-2000 гг. с магнитудой $M = 6-7.8$ по комплексу сейсмологических данных // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. Петропавловск-Камчатский, 2001. С. 95-116.
17. King C.-Y., Azuma S., Igarashi G. et al. Earthquake-related water-level changes at 16 closely clustered wells in Tono, central Japan // JGR. 1999. V. 194. № В 6. P. 13073-13082.
18. King C.-Y., Azuma S., Ohno M. et al. In search of earthquake precursors in water-level data of 16 closely clustered wells at Tono, Japan // Geophys. J. Int. 2000. V. 143. P. 469-477.
19. Wyss M., Habermann R.E. Precursory quiescence // Pageoph. 1988. V. 126. P. 319-332.