

О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАМЧАТСКОГО ФИЛИАЛА РОССИЙСКОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА В 2014-2017 гг.

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

КФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский, danila@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) [6].

Заседания КФ РЭС проводятся не реже одного раза 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), Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН), Правительство Камчатского края, городскую администрацию, Главное управление МЧС России по Камчатскому краю, центр «Антистихия» МЧС РФ; управление ФСБ по Камчатскому краю. 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 [6], 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 2014 г. – августе 2017 г. Координаты эпицентров, время, магнитуда M_c соответствуют каталогу КФ ФИЦ ЕГС РАН (<http://www.emsd.ru/sdis/earthquake/catalogue/catalogue.php>); R – эпицентрально-расстояние до г. Петропавловска-Камчатского. Значения магнитуд M_w взяты из каталога NEIC (<http://earthquake.usgs.gov>).

№	ггггммдд	ч:мин:сек	φ	λ	H , км	K_s	NEIC	M_c	R , км	Балл MSK-64
1	20160130	03:25:08	53.85	159.04	178	15.7	7.2 mww	7.1	100	PTR 4-5
2	20160320	22:50:18	54.14	163.14	43	14.9	6.4 mww	6.7	325	PTR 2-3
3	20160905	22:54:02	54.42	168.53	34	14.0	6.1 mww	6.7	670	Nikolskoe 3-4
4	20170329	04:09:22	56.97	163.22	43	15.0	6.6 mww	7.2	525	U-Kam 5-6
5	20170602	22:24:47	53.99	170.55	32	14.7	6.8 mww	7.4	795	
6	20170717	11:05:05	54.42	168.67	28	13.8	6.3 mww	7.0	680	Nikolskoe 3-4
7	20170717	23:34:08	54.35	168.90	7	16.1	7.7 mww		690	Nikolskoe 5-6

Примечание: жирным шрифтом отмечены землетрясения с $M \geq 6.0$, попавшие в Камчатскую сейсмоактивную область (КСО, район с координатами $\varphi = 50.5-56.5 N$, $\lambda = 156-167 E$, см. рис. 1).

Сильные землетрясения и их прогнозирование

За период 2014 – август 2017 г. в Камчатском регионе (район с координатами $\varphi = 49-62 N$, $\lambda = 152-169 E$) произошли 7 землетрясений с магнитудой $M \geq 6.0$, характеристики которых представлены в таблице 1, а положение эпицентров на рисунке 1.

Для событий №№ 1 и 2, произошедших в районе КСО в таблицах 2 и 3 представлены методы, по которым были даны прогнозы или выявлены предвестники в реальном времени. Землетрясение № 4 (Южно-Озерновское) произошло вне КСО, тем не менее, считаем необходимым представить методики, по которым перед ним были выявлены предвестники (табл. 4). Перед землетрясениями №№ 3, 5, 6 и 7 (Ближне-Алеутское), также произошедшими вне указанного района, выявлялись предвестники по скважинным геоакустическим наблюдениям (Гаврилов В.А., ИВиС ДВО РАН), по

геомагнитным наблюдениям (Щекотов А.Ю., ИФЗ РАН, КФ ФИЦ ЕГС РАН), по кинематическому предвестнику (Славина Л.Б., ИФЗ РАН), в ОНЧ-излучении (Дружин Г.И., ИКИР ДВО РАН).

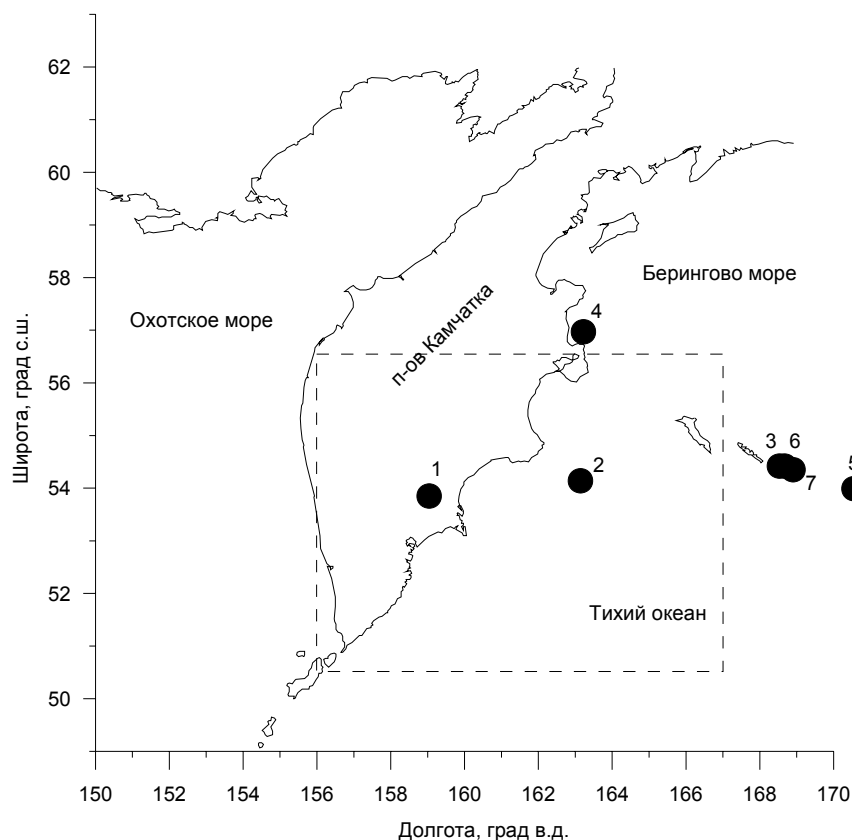


Рис. 1 Карта эпицентров землетрясений с $M \geq 6.0$ в 2014 г. – августе 2017 г. (нумерация согласно табл. 1). Пунктиром показан район КСО. Черными кружками показаны землетрясения, перед которыми были даны прогнозы, либо были выявлены предвестники, как в реальном времени, так и ретроспективно.

Оценка и прогнозирование состояния вулканов

При оценке вулканической обстановки используются заключения KVERT – (Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team) [1, 2], а также материалы о сейсмической активности вулканов, полученные в КФ ФИЦ ЕГС РАН [3–5]. За рассматриваемый период в КФ РЭС поступали прогнозы развития активности вулканов Шивелуч и Безымянный.

Вулкан Шивелуч. Прогнозы извержения вулкана подавались сотрудниками лаборатории исследования сейсмической и вулканической активности (ЛИСВА) КФ ФИЦ ЕГС РАН 19 и 28 февраля 2014 г. Прогноз от 28 февраля 2014 г. признан успешным.

Вулкан Безымянный. Сотрудниками ЛИСВА КФ ФИЦ ЕГС РАН были поданы три прогноза извержения вулкана: 13 декабря 2016 г., 09 марта 2017 г. и 11 июня 2017 г. (уточнение 15 июня). Также представлены четыре прогноза по методике СОУС'09 [3]: 21 августа 2015 г. (прогноз снят 31 августа), 13 декабря 2016 г., 26 января 2017 г. (уточнения прогноза 03 и 10 февраля), 06 марта 2017 г. и 16 июня 2017 г.

08–11 февраля 2017 г. на влк. Безымянный началось излияние лавового потока (по данным KVERT, оценка в отсутствии видимости, *реализация прогноза от 26 января 2017 г. по методике СОУС'09*).

По сейсмическим данным и видеонаблюдениям КФ ФИЦ ЕГС РАН эксплозивное извержение влк. Безымянный началось в 03:00 UTC 9 марта 2017 г. (*реализация прогноза от 06 марта 2017 г. по методике СОУС'09 и от 09 марта 2017 г. от ЛИСВА*).

По сейсмическим данным и видеонаблюдениям КФ ФИЦ ЕГС РАН эксплозивное извержение влк. Безымянный с высотой пеплового выброса до 12 км над уровнем моря произошло 16 июня 2017 г. в 05:03 UTC (*реализация прогноза от 11 июня 2017 г. от ЛИСВА и от 16 июня 2017 г. по методике СОУС'09*).

Заключение

В 2014–2017 гг. КФ РЭС продолжил свою работу в обычном режиме (регулярные еженедельные заседания, в особых случаях – внеочередные заседания), проведено 200 совещаний, на которых рассматривались заключения о прогнозе землетрясений по более чем 20 методикам от 8 организаций.

С 2015 г. количество используемых методик прогноза вулканических извержений увеличилось за счет методики СОУС'09.

За рассматриваемый период произошло 7 землетрясений с магнитудой $M_w > 6.0$. При этом в пределах КСО (район с координатами $\varphi = 50.5\text{--}56.5\text{ N}$, $\lambda = 156\text{--}167\text{ E}$) произошло только два таких события. Для них были выделены предвестники в реальном времени и имелись зарегистрированные прогнозы. Наиболее интересные события произошли вне КСО. Среди них – Южно-Озерновское землетрясение 29 марта 2017 г и Ближне-Алеутское землетрясение 17 июля 2017 г. Для данных событий тоже были зафиксированы прогнозные заключения и выделены предвестники.

В качестве интересного опыта можно отметить прогнозирование четырех эпизодов активизации вулкана Безымянного в декабре 2016 – июне 2017 гг., когда наблюдалось усиление активности этого вулкана после четырехлетнего молчания. Три из четырех эпизодов оказались заблаговременно спрогнозированными.

Список литературы

1. *Гирина О.А.* Камчатской группе реагирования на вулканические извержения (KVERT) – 20 лет // Материалы конференции, посвященной Дню вулканолога "Вулканизм и связанные с ним процессы", 29-30 марта 2013 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2013. С. 36–41.
2. *Гирина О.А., Мельников Д.В., Демянчук Ю.В., Маневич А.Г.* Извержение вулкана Безымянный в 2016–2017 гг. по данным KVERT // Вулканизм и связанные с ним процессы. XX ежегодная научная конференция, посвященная дню вулканолога. Материалы конференции. Петропавловск-Камчатский, 30–31 марта 2017 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2017. С. 14–17.
3. *Салтыков В.А.* Формализованная методика прогноза извержений вулкана Безымянный (Камчатка) на основе статистической оценки уровня сейсмичности // Геофизические исследования. 2016. №3. С. 45–59.
4. *Сенюков С.Л.* Мониторинг и прогноз активности вулканов Камчатки по сейсмологическим данным в 2000–2010 гг. // Вулканология и сейсмология. 2013. № 1. С. 96–108.
5. *Чебров Д.В.* и др. Активность вулкана Безымянный в 2016–2017 гг. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2017. № 1. Вып. 33. С. 5–11.
6. *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.

Таблица 2. Землетрясение **30.01.2016** г., $M_W = 7.2$ (NEIC), $M_C = 7.1$, $M_L = 7.1$, $K_S = 15.7$ (№ 1 в табл. 1 и на рис. 1)

№	Метод	Автор, Организация	Прогноз	Предвестник, выявленный в режиме реального времени
1	V_p/V_s	Л.Б. Славина ИФЗ РАН		Прогнозные оценки от 04–30.12.2015 г. (с интервалом в 1 неделю) о повышенной вероятности возникновения землетрясения $K_S \geq 12.5$ в центральной части Камчатки. Прогнозы от 21.01.2016, 28.01.2016: в связи с развитием аномалий на станциях юга Камчатки и Северных Курилах вероятность землетрясения с $K_S \geq 13$ ($M_L \geq 6$) сохраняется. Повышена вероятность возникновения землетрясения в Авачинском заливе, на севере Камчатки, возможно глубокого. <i>Ошибка по местоположению</i>
2	Скважинные геоакустические наблюдения	В.А.Гаврилов, ИВиС ДВО РАН	Прогноз от 29.01.2016 о повышенной вероятности на период 29.01 – 05.02.2016 включительно 3-й с параметром $S \geq 12\%$ ($S = L_p/R_h$, $L_p = 10^{0.44M-1.29}$ – длина очага землетрясения, R_h – гипоцентрального расстояние), что соответствует, например, $M_W = 6.0$ на расстоянии $R_h = 190$ км.	
3	Скважинные гидрогеодинамические наблюдения	Г.Н.Копылова, КФ ФИЦ ЕГС РАН	Прогноз от 21.01.2016, 28.01.2016 о возможности в течение ближайшего месяца землетрясения с $M \geq 5.5$ в радиусе 350 км от скважин Е-1 и ЮЗ-5.	
4	Мониторинг концентрации подпочвенных газов	П.П. Фирстов, КФ ФИЦ ЕГС РАН		Прогноз от 28.01.2016 о возможности возникновения землетрясения на глубинах до 90 км: 1. $M \geq 5.0$ – мыс Шипунский – Авачинский залив – до бухты Вестник 2. $M \geq 5.5$ – м. Шипунский – Авачинский з-в – бух. Вестник 3. $M \geq 6.0$ – м. Шипунский – Авачинский з-в – м. Лопатка 4. $M \geq 6.5$ – за пределами этого района в полосе ограниченной широтами $49.5^\circ - 56^\circ$ с.ш. и осью глубоководного желоба в период 28.01.2016 – 04.02.2016 <i>Ошибка по глубине, местоположению</i>
5	ОНЧ	Г.И.Дружин, ИКИР ДВО РАН	Прогнозы от 21.01.2016, 28.01.2016 о возможности 3-я $K_S > 13.0$ в районе с координатами 156–168 E 50–57 N в течение 21.01 – 28.01.2016, 27.01 – 03.02.2016 соответственно.	
6	Алгоритм М6	В.А.Широков, КФ ФИЦ ЕГС РАН		Прогноз от 28.01.2016 23:50 UT о повышенной вероятности 3-я $K_S = 12.6-14.0$ ($M \geq 4.6$ по данным NEIC) в районе южной Камчатки и северной части Курильских островов ($49.5-53.8$ N) в течение недели, с вероятностью 0.3. <i>Ошибка по энергии K_S</i>

Таблица 3. Землетрясение **20.03.2016 г.**, $M_W = 6.4$ (NEIC), $M_C = 6.7$, $M_L = 6.7$, $K_S = 14.9$ (№ 2 в табл. 1 и на рис. 1)

№	Метод	Автор, Организация	Прогноз	Предвестник, выявленный в режиме реального времени
1	V_p/V_s	Л.Б. Славина ИФЗ РАН		<p>Прогноз от 17.03.2016: Вероятность возникновения землетрясения с $K_S \geq 12.5$ сохраняется в Камчатском заливе, вблизи Камчатского мыса, возможен афтершок на севере Камчатки, в Корякии.</p> <p>В среднесрочном аспекте аномальные значения параметра продолжают группироваться в Камчатском заливе, в районе Камчатского мыса, на юге в районе северных Курил. Возможность возникновения землетрясения с $M_L \geq 6$ в течение месяца повышена в этих районах.</p> <p><i>Оценка автора – эпицентр возник в аномальной зоне параметра V_p/V_s</i> <i>Ошибка по местоположению</i></p>
2	Ионосферные наблюдения	В.В.Богданов, ИКИР ДВО РАН		<p>Прогноз от 17.03.2016 о возможности усиления сейсмической активности в период с 17 марта по 21 марта 2016 г.</p> <p><i>Некорректная формулировка прогноза</i></p>
3	Мониторинг концентрации подпочвенных газов	П.П. Фирстов, КФ ФИЦ ЕГС РАН	<p>Прогноз от 25.02.2016 (продлевался 03.03.2016, 10.03.2016, 17.03.2016) о возможности возникновения землетрясения на глубинах до 90 км: 1. $M \geq 5.0$ – мыс Шипунский – Авачинский залив – до бухты Вестник 2. $M \geq 5.5$ – м. Шипунский – Авачинский з-в – бух. Вестник 3. $M \geq 6.0$ – м. Шипунский – Авачинский з-в – м. Лопатка 4. $M \geq 6.5$ – за пределами этого района в полосе ограниченной широтами 49.5–56 N и осью глубоководного желоба в период 25.02.2016 – 03.03.2016 (продлевался, в общем, с 03.03.2016 по 24.03.2016)</p>	
4	ВСШ	В.А.Салтыков, КФ ФИЦ ЕГС РАН	<p>Прогноз от 26.02.2016 (продлевался 11.03.2016) В настоящее время наблюдается стабилизация фазы приливной компоненты ВСШ по данным станции «Карымшина» продолжительностью более 3 недель. Возможно землетрясение до 11 марта (с учетом продления до 25 03.2016) (включительно) на глубине до 300 км с магнитудой M, зависимой от эпицентрального расстояния Δ [км]: $M \geq 5.0$ $M \geq -3.64 + 4.06 \cdot \lg \Delta$</p>	
5	«Z-функция»	Н.М.Кравченко, КФ ФИЦ ЕГС РАН	<p>Оценка автора: Землетрясение 20 марта 2016 г. с магнитудой $M_W = 6.4$ произошло на краю сейсмической аномалии, в которой в течение года (июль 2014 г. – июнь 2015 г.) отмечалось абсолютное сейсмическое затишье по параметру «Z-функция». Положение эпицентра и интервал времени между окончанием затишья и временем землетрясения, позволяют рассматривать аномалию, проявившуюся в районе с координатами 52.5 – 54.5N, 162.0 – 163.5E как предвестниковую.</p>	

Таблица 4. Землетрясение **29.03.2017 г.**, $M_W = 6.6$ (NEIC), $M_C = 7.2$, $M_L = 6.8$, $K_S = 15.0$ (№ 4 в табл. 1 и на рис. 1)

№	Метод	Автор, Организация	Прогноз	Предвестник, выявленный в режиме реального времени
1	Скважинные геоакустические	В.А. Гаврилов, ИВиС ДВО РАН	Прогноз от 17.03.2017 на период с 17 марта 2017 г. по 31 марта 2017 г. включительно (UTC) повышена вероятность землетрясений с параметром $S \geq 12\%$ ($S = L_p/R_h$, $L_p = 10^{0.44M-1.29}$ – длина очага землетрясения, R_h – гипоцентрального расстояние). Величина $S = 12\%$ соответствует, например, землетрясениям с магнитудами $M_W = 6.0$ с гипоцентрального расстоянием $R_h = 190$ км.	
2	Мониторинг кинетических параметров сейсмичности	Н.Г.Томилин, ФТИ РАН	Прогноз от 19.10.2011 выставление тревоги: По времени: - дата выявления тревоги – 3.04.2011 - дата выставления тревоги (18.10.2011) по месту: в зоне: LONE 162.5–167E LATN 53–57.5N, по энергии $K = 14.7–15.8$	
3	Мониторинг кинетических параметров сейсмичности	Н.Г.Томилин, ФТИ РАН	Прогноз от 10.09.2013 (уточняются параметры тревоги, выставленной 26.10.2007): <u>по месту</u> с указанием вероятности (P) в дугообразной зоне в Карагинском заливе, $Z = -100 – 0$ км	
4	«Z-функция»	Н.М.Кравченко, КФ ФИЦ ЕГС РАН	Оценка автора: Землетрясение 29 марта 2017 г. с магнитудой $M_W = 6.6$ произошло в пределах сейсмической аномалии в окрестности Камчатского п-ва, в которой в течение 2015 г. отмечалось абсолютное сейсмическое затишье по параметру «Z-функция». Эпицентр и интервал времени между окончанием затишья и временем землетрясения, позволяют рассматривать эту аномалию как предвестниковую.	
5	V_p/V_s	Л.Б. Славина ИФЗ РАН		Прогноз от 23.03.2017: "...Аномалия, наблюдаемая на сст PAL вероятно связана и предвещала землетрясение 06.03.17 в Корьякии, районе Тилички с $M_L = 5.3$. На 15.03.2017 развивается второй пик аномалии, вероятно связанный с землетрясением 15.03.17 в этом же районе..." <i>Некорректная формулировка прогноза</i>
6	Ионосферные наблюдения	В.В.Богданов, ИКИР ДВО РАН		Прогноз от 29.03.2017 о возможности усиления сейсмической активности в период с 29 марта по 03 марта 2017 г. <i>Некорректная формулировка прогноза</i>
7	Геомагнитные наблюдения	А.Ю.Щекотов, ИФЗ РАН		События с магнитудой > 6.5 к северо-востоку от П.-К. предсказывались с ноября прошлого года. Последнее упоминание о возможности землетрясения " с $M_L = 6.6 + 0.25 / -0.35$ к северо-востоку от П.-К. на широте $54.5 \pm 1.5^\circ$ СШ " было в прогнозе от 5 января 2017 . <i>Ошибка по положению гипоцентра</i>
8	Мониторинг вариаций геомагнитного и атмосферного электрического поля Земли	С.Э. Смирнов, ИКИР ДВО РАН		Прогноз от 23.03.2017: в районе с координатами 158–168E, 51–55N ожидается усиление сейсмической активности с $K > 12.6$ в период с 23 марта по 29 марта 2017 г. <i>Ошибка по положению гипоцентра</i>