

УДК 550.34

О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАМЧАТСКОГО ФИЛИАЛА РОССИЙСКОГО ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА В 2017–2019 гг.

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

Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Петропавловск-Камчатский, danila@emsd.ru

Для оперативной оценки сейсмической опасности, прогноза землетрясений и извержений вулканов, возможных последствий их воздействий в 1998 г. было учреждено Камчатское отделение Федерального центра прогнозирования землетрясений (КамО ФЦПЗ) как структурное подразделение Геофизической службы РАН в рамках целевой программы "Развитие Федеральной системы сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений на 1995–2000 гг.", которое существовало и функционировало до февраля 2006 г. В соответствии с Положением о Российском экспертном совете по прогнозу землетрясений, оценке сейсмической опасности и риска, утвержденным Совместным решением Российской Академии наук и МЧС России от 15 марта 2003 г., предусмотрено создание Камчатского филиала РЭС на базе Камчатского филиала Геофизической службы РАН и Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения РАН. В феврале 2006 г. КамО ФЦПЗ было реорганизовано и продолжает свою работу как Камчатский филиал Российского экспертного совета (КФ РЭС).

Основная функция КФ РЭС – оперативная оценка сейсмической опасности, прогноз землетрясений и извержений вулканов, возможных последствий их воздействий. На этом этапе мониторинга производится комплексирование более 20 методик прогнозирования [4].

Заседания КФ РЭС проводятся еженедельно. При нештатной обстановке (усиление сейсмической и вулканической активности или прогнозы сильных землетрясений от других организаций и физических лиц) заседания проводятся так часто, как это необходимо.

За период сентябрь 2017 – август 2019 гг. КФ РЭС проведено 116 еженедельных заседаний, из которых 11 внеочередных, в связи с произошедшими землетрясениями с M больше 6.0 и вулканической активностью.

КФ РЭС передано 116 сообщений о сейсмической и вулканической опасности в Камчатском крае в РЭС, Координационный прогностический центр (КПЦ) ИФЗ РАН, Правительство Камчатского края, городскую администрацию, Главное Управление МЧС России по Камчатскому краю, Геофизическую службу РАН, центр "Антистихия" МЧС РФ, управление ФСБ по Камчатскому краю, командующему войсками и силами на северо-востоке РФ, главному федеральному инспектору по Камчатскому краю, в Минспецпрограмм Камчатского края, в ГКП "Единый ситуационно-мониторинговый центр". 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 методик подробно рассмотрено в [4], там же приведены примеры их применения.

В указанный период в работе КФ РЭС на регулярной основе принимали участие семь научно-исследовательских организаций:

- Камчатский филиал Федерального исследовательского центра "Единая Геофизическая служба РАН" (КФ ФИЦ ЕГС РАН),
- Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (ИВиС ДВО РАН),
- Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН (ИКИР ДВО РАН),
- Институт Физики Земли РАН (ИФЗ РАН, Москва),
- Физико-технический институт РАН (ФТИ РАН, Санкт-Петербург),
- Институт проблем передачи информации РАН (ИППИ РАН, Москва),
- ООО Центр геофизических прогнозов "Градиент" (Санкт-Петербург, с августа 2018 г.).

По Положению о КФ РЭС возможность подать прогноз предоставляется всем желающим, поэтому рассматриваются также прогнозы и оценки, подаваемые другими организациями и частными лицами, а также прогнозы, касающиеся других регионов мира. Так, например, в 2018–2019 гг. поступали прогнозные заключения от Доды Л.Н. (Тулский ГУ).

При оценке сейсмической опасности в 2017–2019 гг. на регулярной основе использовались следующие методы наблюдений за предвестниками сильных землетрясений:

- сейсмологические
- вариации сейсмической активности A_{10} (карты) (ИППИ РАН);
- обнаружение зон с аномальными значениями наклона графика повторяемости землетрясений (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- вариации крутизны спада огибающей коды слабых местных землетрясений (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- методика "Регион-Мир" (комплексное использование большой совокупности различных сейсмологических и космофизических параметров), (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- обнаружение сейсмических затиший по методикам RTL и Z -функция (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- обнаружение зон сейсмической активизации по методике ΔS и кластеризации землетрясений (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- параметр τ (вариации отношения скоростей сейсмических волн V_p/V_s) (ИФЗ РАН);
- изменения средних значений временных интервалов между сейсмическими событиями и их коэффициент вариации (ФТИ РАН);
- вариации параметров высокочастотного сейсмического шума (ВСШ), связанные с изменением приливного отклика чувствительности среды перед сильными землетрясениями (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- геофизические
- скважинные гидрогеодинамические (вариации уровня воды, атмосферного давления, температура и электропроводность подземных вод) (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- электротеллурические (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- параметры атмосферно-ионосферных полей (ИКИР ДВО РАН);
- скважинные геоакустические измерения (ИВиС ДВО РАН);
- измерения электрической составляющей электромагнитного поля Земли в СНЧ-диапазоне частот с помощью подземной антенны (ИКИР ДВО РАН);
- наблюдения УНЧ/СНЧ магнитного поля (КФ ФИЦ ЕГС РАН, ИФЗ РАН)
- изменение атмосферного давления; расчетные данные полей барической нагрузки на земную кору (ООО Центр геофизических прогнозов «Градиент»);
- геохимические
- вариации химического состава воды в скважинах и источниках (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- измерение объемной активности радона ^{222}Rn и водорода в почвенном газе (КФ ФИЦ ЕГС РАН);
- геодезические
- изменения положения GPS пунктов (КФ ФИЦ ЕГС РАН).

Текущий уровень сейсмичности в Камчатском крае оценивался по шкале "СОУС'09" [1]. Регулярные (еженедельные) оценки делались как для района, захватывающего наиболее сейсмоактивную часть Камчатки, так и для меньших по размеру подрегионов.

В сентябре 2017 – августе 2019 гг. в Камчатском регионе (район с координатами $\varphi = 49\text{--}62\text{ N}$, $\lambda = 152\text{--}169\text{ E}$) произошли 45 землетрясений с классом $K_S \geq 12.5$ (включая афтершоки), что соответствует магнитуде $M_L \geq 5.5$ (рис. 1, табл. 1). Координаты эпицентров, время, магнитуды M_C и M_L соответствуют каталогу КФ ФИЦ ЕГС РАН; R – эпицентральное расстояние до г. Петропавловска-Камчатского. Значения магнитуд M_W и mb взяты из каталога NEIC (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>).

Для 28 событий таблицы 1 были даны прогнозы, либо были выявлены предвестники, как в реальном времени, так и ретроспективно (см. рис. 1).

Оценка и прогнозирование состояния вулканов

При оценке вулканической обстановки используются материалы о сейсмической активности вулканов, полученные в КФ ФИЦ ЕГС РАН [2, 3].

В сентябре 2017 – августе 2019 гг. поступали регулярные еженедельные заключения об активности вулканов Камчатки от сотрудников лаборатории исследований сейсмической и вулканической активности КФ ФИЦ ЕГС РАН.

На основании прогнозных заключений сотрудников ЛИСВА КФ ФИЦ ЕГС РАН и предупреждений по методике СОУС'09 [2]. Успешно спрогнозированы три извержения вулкана Безымянный – 20 декабря 2017 г., 20 января и 15 марта 2019 г.

22 февраля 2018 г. в КФ РЭС поступило заключение о начавшейся с начала октября 2017 г. беспрецедентной сейсмической активизации вулкана Удина, считающегося потухшим (Салтыков В.А., КФ ФИЦ ЕГС РАН).

С марта 2018 г. в КФ РЭС регулярно поступают заключения о состоянии сейсмичности вулканов Ключевской группы (влк. Ключевской, Безымянный, Удина, Зимины, Толбачик, включая Толбачинский дол и Толудскую зону) по методике СОУС'09 [2].

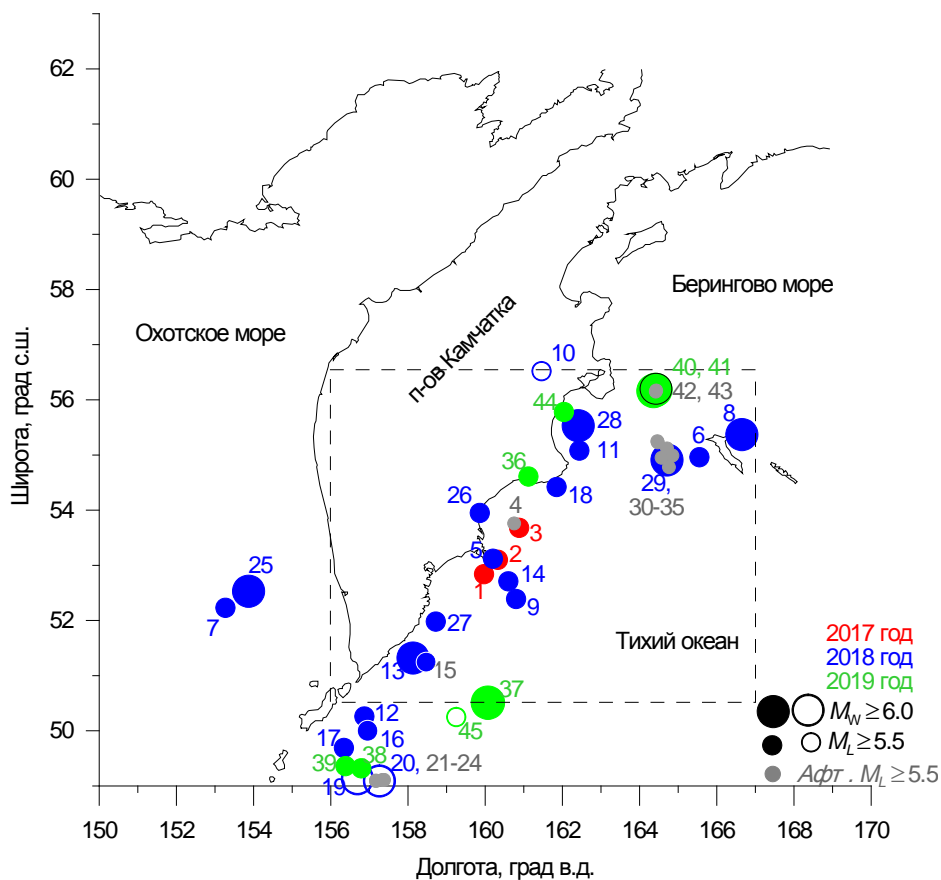


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений сентябрь 2017 – август 2019 гг. с $K_S \geq 12.5$ ($M_L \geq 5.5$) (нумерация согласно таблице 1). Пунктиром показан район КСО. Залитыми кружками показаны землетрясения, перед которыми были даны прогнозы, либо были выявлены предвестники, как в реальном времени, так и ретроспективно. Более крупными кружками показаны землетрясения с $M_W > 6.0$.

Выводы

В сентябре 2017 – августе 2019 гг. КФ РЭС продолжил свою работу в обычном режиме (регулярные еженедельные заседания, в особых случаях – внеочередные заседания), проведено 116 совещаний, на которых рассматривались заключения о прогнозе землетрясений по более чем 20 методикам от 8 организаций.

За рассматриваемый период произошло 11 землетрясений с магнитудой $M_W > 6.0$. При этом восемь таких событий произошли в пределах КСО (район с координатами $\varphi = 50.5\text{--}56.5\text{ N}$, $\lambda = 156\text{--}167\text{ E}$). Для них были выделены предвестники в реальном времени и имелись зарегистрированные прогнозы.

Список литературы

1. Салтыков В.А. Статистическая оценка уровня сейсмичности: методика и результаты применения на примере Камчатки // Вулканология и сейсмология. 2011. № 2. С. 53–59.
2. Салтыков В.А. Формализованная методика прогноза извержений вулкана Безымянный (Камчатка) на основе статистической оценки уровня сейсмичности // Геофизические исследования. 2016. №3. С. 45–59.
3. Сеньюков С.Л. Мониторинг и прогноз активности вулканов Камчатки по сейсмологическим данным в 2000–2010 гг. // Вулканология и сейсмология. 2013. № 1. С. 96–108.
4. 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 1. Параметры землетрясений $K_S \geq 12.5$, произошедших в Камчатском регионе ($\varphi = 49-62$ N, $\lambda = 152-169$ E) в сентябре 2017 – августе 2019 гг.

№	ГТГММДД	ч.мин:сек	φ	λ	H, км	K_S	M_C	M_L	NEIC	R, км	Балл MSK-64	Прогноз / Предвестник, выявленный в режиме реального времени / Предвестник, выявленный ретроспективно
1	20170916	21:00:55	52.84	159.97	56	12.9	5.3	5.7	5.2 mb	95	ПТР 3-4	<i>Vp/Vs</i> (Л.Б. Славина ИФЗ РАН); Мониторинг концентрации подпочвенных газов (П.П. Фирстов, КФ ФИЦ ЕГС РАН); Методика "Регион-Мир" (В.А. Широков, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН); "Фазовый портрет" (С.Э. Смирнов, ИКИР ДВО РАН) / –
2	20170929	19:24:59	53.10	160.33	51	13.4	5.2	6.0	5.3 mww	115	м. Шипунский 5, ПТР, Вулканный Николаевка 4, Елизово, Сокоч 3-4	<i>Vp/Vs</i> (Л.Б. Славина ИФЗ РАН) / Мониторинг концентрации подпочвенных газов (П.П. Фирстов, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / –
3	20171222	14:44:16	53.68	160.88	69	14.2	5.7	6.4	5.5 mww	208	кордон Мыс Налычево 5, кордон Кроноки, Паратунка 4-5, ПТР, Елизово, Вулканный, Вилочинск 4, Институт 3-4	Методика "Регион-Мир" (В.А. Широков, КФ ФИЦ ЕГС РАН); Скважинные геоакустические наблюдения (В.А. Гаврилов, ИВиС ДВО РАН) / <i>УНЧ/СНЧ</i> магнитного поля (А.Ю. Щеголов, ИФЗ РАН) / <i>ВСШ</i> (В.А. Салтыков, КФ ФИЦ ЕГС РАН)
4	20171222	22:28:23	53.76	160.75	55	12.5		5.5	4.9 mb	209	кордон Кроноки 4, Термальный 3, ПТР 2-3	
5	20180104	02:44:54	53.12	160.20	56	12.9		5.7	5.0 mww	110	ГМС Семячки 4, ПТР, Елизово 3	Скважинные геоакустические наблюдения (В.А. Гаврилов, ИВиС ДВО РАН); <i>Vp/Vs</i> (Л.Б. Славина ИФЗ РАН); <i>УНЧ/СНЧ</i> магнитного поля (А.Ю. Щеголов, ИФЗ РАН); Мониторинг концентрации подпочвенных газов (П.П. Фирстов, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / Методика "Регион-Мир" (В.А. Широков, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / –
6	20180107	02:24:05	54.96	165.55	60	13.2	5.3	5.9	5.1 mww	505	Никольское 4-5	– / <i>УНЧ/СНЧ</i> магнитного поля (А.Ю. Щеголов, ИФЗ РАН) / –
7	20180118	12:08:50	52.23	153.27	491	13.0		5.8	5.8 mww	370	кордон Кроноки 2-3	<i>УНЧ/СНЧ</i> магнитного поля (А.Ю. Щеголов, ИФЗ РАН); Методика "Регион-Мир" (В.А. Широков, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / – / –
8	20180125	02:10:30	55.37	166.65	46	14.0	7.1	6.3	6.2 mww	590	Никольское 5-6	<i>УНЧ/СНЧ</i> магнитного поля (А.Ю. Щеголов, ИФЗ РАН) / <i>ОНЧ</i> наблюдения (Г.И. Дружин, ИКИР ДВО РАН); Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН) / –

9	20180305	15:42:41	52.39	160.80	48	13.1	5.4	5.8	5.2 mww	165	ПТР 2–3	ВСШ (В.А. Салтыков, КФ ФИЦ ЕГС РАН); УНЧ/СНЧ магнитного поля (А.Ю. Щекотов, ИФЗ РАН); ОНЧ наблюдения (Г.И. Дружин, ИКИР ДВО РАН) / УНЧ/СНЧ магнитного поля (А.Ю. Щекотов, ИФЗ РАН) / –
10	20180521	10:40:18	56.52	161.46	87	12.5	5.5	5.1 mb	430	Ключи 4, Усть-Камчатск 3–4	– / – / –	
11	20180523	01:37:44	55.08	162.44	56	14.2	5.9	6.4	5.5 mww	340	кордон Кроноки 5, ПТР, Усть-Камчатск 3	УНЧ/СНЧ магнитного поля (А.Ю. Щекотов, ИФЗ РАН); $VpVs$ (Л.Б. Славина ИФЗ РАН); Скважинные гидрогеодинамические наблюдения (Г.Н. Копылова, КФ ФИЦ ЕГС РАН); ОНЧ наблюдения (Е.И. Малкин, ИКИР ДВО РАН) / – / – – / ВСШ (В.А. Салтыков, КФ ФИЦ ЕГС РАН); Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН); ОНЧ наблюдения (Е.И. Малкин, ИКИР ДВО РАН) / –
12	20180612	23:45:50	50.26	156.87	80	12.8	4.9	5.7	5.1 mb	330	Северо-Курильск 4	
13	20180706	01:40:03	51.32	158.13	75	14.9	6.4	6.7	6.1 mww	190	ГМС Водопадная, маяк Круглый 6–7, ПТР 4–5	ВСШ (В.А. Салтыков, КФ ФИЦ ЕГС РАН); «Z- функция» (Н.М. Кравченко, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / УНЧ/СНЧ магнитного поля (А.Ю. Щекотов, ИФЗ РАН); Мониторинг концентрации подпочвенных газов (П.П. Фирстов, КФ ФИЦ ЕГС РАН); ОНЧ наблюдения (Е.И. Малкин, ИКИР ДВО РАН); Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН) / –
14	20180706	04:32:20	52.71	160.60	61	12.9	5.0	5.7	5.4 mb	140	Мыс Шилунский 3–4, ПТР 3	$VpVs$ (Л.Б. Славина ИФЗ РАН) / Мониторинг концентрации подпочвенных газов (П.П. Фирстов, КФ ФИЦ ЕГС РАН); ОНЧ наблюдения (Е.И. Малкин, ИКИР ДВО РАН); Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН) / –
15	20180717	01:48:23	51.25	158.45	56	12.9	4.3	5.7	4.7 mb	195	маяк Круглый 5–6, ПТР 4–5	– / ОНЧ наблюдения (Е.И. Малкин, ИКИР ДВО РАН); Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН) / –
16	20180802	21:57:55	50.00	156.95	47	12.6	4.8	5.6	4.9 mb	350	Северо-Курильск 4	– / Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН) / –
17	20180915	15:40:12	49.69	156.34	68	13.6	5.2	6.1	5.4 mww	400	Северо-Курильск 3–4	Методика "Регион–Мир" (В.А. Широков, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН) / –
18	20180928	07:19:44	54.42	161.85	56	12.7	5.6	5.6	4.9 mb	265	кордон Кроноки 4–5, ПТР 2–3	$VpVs$ (Л.Б. Славина ИФЗ РАН) / – / –
19	20181009	07:45:08	49.13	156.69	58	14.1	6.4	6.3	6.1 mww	450	Северо-Курильск 4	– / – / –

20	20181010	23:16:00	49.09	157.26	41	14.6	7.0	6.6	6.5 mww	445	Северо-Курильск 4, ПТР 2	- / - / -
21	20181010	23:21:51	49.11	157.34	40	12.6		5.6	5.5 mb	440		
22	20181011	00:14:39	49.09	157.17	32	13.1		5.8	5.2 mb	445		
23	20181011	02:16:17	49.11	157.38	39	12.6	5.1	5.6	5.1 mb	440		
24	20181012	22:22:01	49.10	157.17	30	12.5	4.8	5.5	4.9 mb	445		
25	20181013	11:10:20	52.53	153.87	499	15.4	6.3	7.0	6.7 mww	320	Северо-Курильск 3–4, ПТР 2–3	Мониторинг концентрации подпочвенных газов (П.П. Фирстов, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН); ОНЧ наблюдения (Е.И. Малкин, ИКИР ДВО РАН); Сквозинные геоакустические наблюдения (В.А. Гаврилов, ИВиС ДВО РАН) / –
26	20181015	01:32:11	53.95	159.86	125	12.8	5.2	5.7	5.3 mww	135	кордон Кроноки до 5, ПТР 2–3	Vp/Vs (Л.Б. Славина ИФЗ РАН); Изменения атмосферного давления (В.Н. Боков, ООО "Градиент") / – / –
27	20181102	09:39:28	51.98	158.72	72	13.1		5.8	5.2 mb	115	ПТР 3–4	– / ОНЧ наблюдения (Е.И. Малкин, ИКИР ДВО РАН); Изменения атмосферного давления (В.Н. Боков, ООО "Градиент") / –
28	20181114	21:21:50	55.53	162.41	76	14.6		6.5	6.0 mww	370	Усть-Камчатск 6, Ключи 4–5, ПТР 3–4	«Z-функция» (Н.М. Кравченко, КФ ФИЦ ЕГС РАН); Vp/Vs (Л.Б. Славина ИФЗ РАН); методика RTL (Н.М. Кравченко, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН) / –
29	20181220	17:01:53	54.91	164.71	54	16.1	7.7	7.3	7.3 mww	450	Никольское 5–6; Усть-Камчатск, кордон Кроноки, Лаза 4–5; ПТР, Елизово, Ключи, Козыревск, Мильково 3–4	Vp/Vs (Л.Б. Славина ИФЗ РАН); ВСШ (В.А. Салтыков, КФ ФИЦ ЕГС РАН); Мониторинг концентрации подпочвенных газов (П.П. Фирстов, КФ ФИЦ ЕГС РАН); Сквозинные геоакустические наблюдения (В.А. Гаврилов, ИВиС ДВО РАН); Вариации наклона графика повторяемости γ (В.А. Салтыков, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / Методика RTL , dS (В.А. Салтыков, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / «Z-функция» (А.А. Коновалова, КФ ФИЦ ЕГС РАН)
30	20181220	17:09:03	54.78	164.76	63	12.8		5.7	5.9 mb	445		
31	20181220	17:19:28	54.99	164.85	54	13.4		6.0	5.6 mb	460		
32	20181221	15:43:04	54.95	164.57	61	12.6	5.1	5.6		440		
33	20181221	18:19:35	55.23	164.47	59	13.0	5.8	5.8	5.5 mww	450		
34	20181222	13:29:46	55.12	164.71	55	13.4	5.9	6.0	5.5 mww	460		
35	20181224	12:41:18	55.25	164.46	51	14.6	6.8	6.6	6.0 mww	455		

36	20190213	06:34:27	54.61	161.12	89	12.6	5.1	5.6	5.0 mb	кордон Кроноки 5, кордон Аэродром 4–5	– / Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН); ОНЧ наблюдения (Е.И. Малкин, ИКИР ДВО РАН); Изменения атмосферного давления (В.Н. Боков, ООО "Градиент"); ВСШ (В.А. Салтыков, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / –
37	20190328	22:06:48	50.51	160.07	49	14.0	6.5	6.3	6.2 mww	ПТР, Вилючинск 2–3; Северо-Курильск 3–4	УНЧ/СНЧ магнитного поля (А.Ю. Щеголов, ИФЗ РАН, М.Е. Потанин, КФ ФИЦ ЕГС РАН); Скважинные гидрогеодинамические наблюдения (Г.Н. Копылова, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / – / –
38	20190507	06:28:12	49.33	156.79	46	13.0	5.1	5.8	5.1 mww		– / УНЧ/СНЧ магнитного поля (А.Ю. Щеголов, ИФЗ РАН) / –
39	20190509	21:37:10	49.39	156.38	61	13.3		5.9	5.2 mww		– / УНЧ/СНЧ магнитного поля (А.Ю. Щеголов, ИФЗ РАН) / –
40	20190625	09:05:40	56.18	164.41	57	14.3	6.8	6.4	6.4 mww	Усть-Камчатск, Крутоберегово 5; кордон Кроноки, Никольское 4; Ключи, Козыревск 2–3	Vp/Vs (Л.Б. Славина ИФЗ РАН); «Z-функция» (А.А. Коновалова, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / – / –
41	20190626	02:18:07	56.16	164.36	53	14.4	7.2	6.5	6.3 mww	Усть-Камчатск, кордон Кроноки 4; Никольское, Крутоберегово 3–4	Vp/Vs (Л.Б. Славина ИФЗ РАН); «Z-функция» (А.А. Коновалова, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / – / –
42	20190627	04:20:47	56.17	164.43	57	13.0	5.9	5.8	5.7 mww	Усть-Камчатск, Крутоберегово 3–4; Никольское 3	
43	20190706	05:23:33	56.15	164.42	56	12.5	6.4	5.5	5.3 mb		
44	20190809	21:26:56	55.78	162.04	60	13.4	5.8	6.0	5.4 mww	Мыс Африка 4–5; кордон Кроноки, Ключи 4; Усть- Камчатск 3–4	«Z-функция» (А.А. Коновалова, КФ ФИЦ ЕГС РАН) / Ионосферные наблюдения (В.В. Богданов, ИКИР ДВО РАН); Изменения атмосферного давления (В.Н. Боков, ООО "Градиент") / –
45	20190825	07:16:13	50.25	159.25	43	12.7		5.6	5.1 mb	Паратунка 2–3; ПТР 2	– / – / –

Примечание: жирным шрифтом отмечены землетрясения, попавшие в Камчатскую сейсмоактивную область (КСО, район с координатами $\varphi = 50.5-56.5 N$, $\lambda = 156-167 E$, пунктирная линия на рис. 1); серым цветом выделены строки афтершоков; ПТР – г. Петропавловск-Камчатский.