

**МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ОПИСАНИЯ И ПАРАМЕТРЫ
КАМЧАТСКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ XVIII-XIX В.В.***Годзиковская А.А.**Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский, godzanna@mail.ru***Введение.**

К настоящему времени в КФ ГС РАН проведена работа по сбору и анализу всех возможных источников/материалов по камчатским землетрясениям XVIII и XIX вв., параметры которых опубликованы в Новом Каталоге [6] и ранее в монографии «Сейсмическое районирование СССР» [7] (далее соответственно НК и СР-68). Основная цель сбора макросейсмических описаний: сделать их доступными широкому кругу ученых для последующего анализа и интерпретации. В самом начале работы было обнаружено, что только для камчатского региона во всех источниках, на которые ссылались авторы, не оказалось публикаций, в которых были бы приведены параметры событий, вошедших в их каталоги. Посылком к сбору первоисточников и пересмотру полученных ранее параметров всех опубликованных событий Камчатки исторического периода послужило то обстоятельство, что в 2005-2006 гг. вследствие подобной работы два эпицентра сильнейших и ближайших землетрясений к городу Петропавловску-Камчатскому (1866 г., $MLH=7.0$, расстояние 80 км; 1899г., $MLH=7.9$, расстояние 40 км от города) передвинулись, соответственно, одно к побережью Аляски в район острова Лесного (*Ljersny*), другое ближе к Гавайским островам [1; 2]. Таким образом, эпицентры этих событий оказались примерно за три тысячи километров от Камчатки, что далеко выходит за рамки точности определения этих эпицентров, указанной в НК (± 110 и ± 330 км соответственно для эпицентров 1866 и 1899 гг.).

Региональные трудности определения параметров землетрясений по макросейсмическим описаниям.

Для определения параметров очага в регионах в [6] по методу Н.В. Шебалина были ... *«Сделаны шаги в направлении объективного построения карт изосейст и в достаточной степени унифицирована процедура их построения»... «Определение координат эпицентра не представляло затруднений при наличии замкнутой первой изосейсты. В иных случаях его положение уточнялось на более поздней стадии обработки... Наиболее существенным в этой области, по-видимому, является установление экспериментальных соотношений между магнитудой, расстоянием до источника и балльностью (уравнение макросейсмического поля)».* [6, с. 9]. *«По макросейсмическим данным за эпицентр принимался центр тяжести первой изосейсты с ошибкой, равной среднему радиусу»* [6, с. 32] (выделение жирным шрифтом А. А. Годзиковской)¹.

К сожалению, замкнутой первой изосейсты для всех событий Камчатки XVIII и XIX в. в. не имеется. И в данном случае мы имеем пример, когда разработанный метод определения параметров землетрясений по макросейсмическим описаниям в данном регионе в рассматриваемый период не обеспечен исходным экспериментальным материалом. Эпицентры подавляющего числа землетрясений находятся в фокальной зоне прибрежной части Тихого океана, а макросейсмические описания относятся к пунктам (преимущественно в одном пункте), расположенным по основным сухопутным маршрутам исследователей. И определить по имеющимся макросейсмическим описаниям, в какой части прибрежной зоны произошло ощущавшееся на суше землетрясение, нельзя.

Особо отметим, что для многих регионов СССР публикации работ, в которых приводились результаты сбора и анализа макросейсмических описаний и соответствующий расчет параметров исторических землетрясений, предваряли работу по составлению НК или проходили вскоре после выхода в свет НК. Подобных публикаций по Камчатке не было ни до ни после выхода в свет НК.

¹ Все цитаты приведены курсивом.

Землетрясения, имеющие параметрические строки в НК и СР-68.

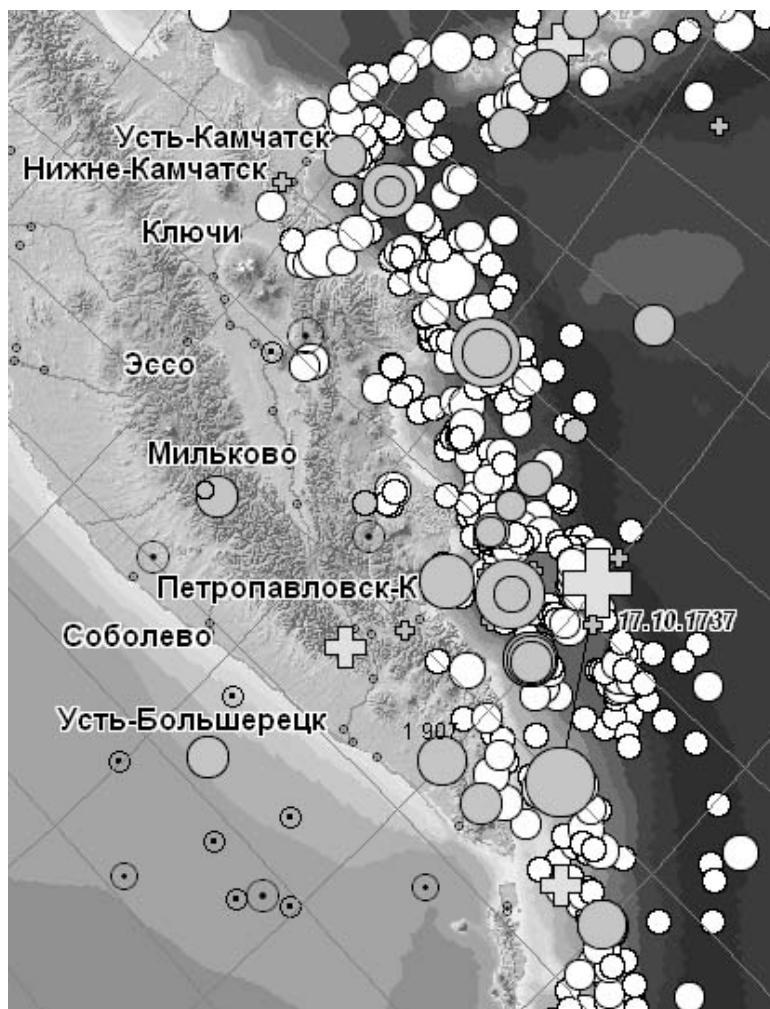
В НК опубликованы параметры для 31 землетрясения, в СР-68 – для 23. В НК приведены значения магнитуд $M=4.9\div 8.6$. В СР-68 магнитуды для этого периода не приводятся, но указана интенсивность в эпицентре: $I_0=5\div 10$ баллов (по шкале MSK-64). Для 17 событий есть параметры в обеих работах, но значения координат и интенсивности в эпицентре в них существенно разнятся (см. таблицу).

Таблица. Параметрические строки землетрясений XVIII-XIX в.в. из изданий НК и СР-68

№ п/п	Источник	Дата	Время	Координаты		h,км	M	I ₀ (баллы)	Выдержки из примечаний, имеющих в [7]
				°с.ш.	°в.д.				
1	СР-68	1737.10.14(3)		55.2	162			8	Нижне-Камчатск
2	НК	1737.10.17	15:30	51.1	158	40	8.3	10	
	СР-68	1737.10.17	3	52	160.5			10	Камчатка и Курильские о-ва
3	СР-68	1737.10.25		51	151.5			6-7	м. Лопатка и зап. берег Камчатки
4	НК	1737.11.04	8	55.5	163	20	7.8	10	
5	НК	1737.12.17		50	157	50	7.5	9	
	СР-68	1737.12.17		50	157			7-8	южная часть Камчатки, о. Парамушир
6	НК	1738.12.26	1	55	157.5	350	7.1	6-7	
	СР-68	1738.12.26(15)		53.3	157.2			6-7	Верхне-Камчатск, Большерецк и Срединный хребет
7	НК	1740.12.19	21	55.1	157.4	5	4.5	7	
	СР-68	1740.12.19(8)						6-7	Срединный хребет [4]
8	НК	1742.02.17	14:00	54.5	167	20	6.2	8	
	СР-68	1742.02.18		55	166.5			7-8	Командорские о-ва
9	НК	1742.11		51.5	157	40	7	8-9	цунами
	СР-68	1742.11		50.5	157			6-7	о-ва Парамушир и Шумшу; цунами (выделено ААГ)
10	НК	1756		56	163	20	6.7	9	
11	СР-68	1762		56	162.3			5-6	вулканическое; с. Ключи
12	НК	1768.03.12		56	163	20	4.9	6	
14 (13)	НК	1790.12.02	1	54	162	20	7.5	9-10	
15 (14)	НК	1791.04.15	7	56	163	20	6.8	9	
	СР-68	1791.04.15(4)	18	55	163			6-7	Нижне-Камчатск; в Петропавловске силой 5 баллов
13 (15)	НК	1791.04.16(5)		53	160	20	4.9	6	В НК ошибочно отнесено к 1790 г. (замечание ААГ)
16	НК	1792.08.22	18	54	162	20	8.6	11	
	СР-68	1792.08.23(12)	5	52.5	159			7	Петропавловск, Нижне-Камчатск, Паратунка; возможно, цунами
17	СР-68	1805.05.30		52.5	160			6	в Петропавловске звон колоколов
	НК	1805.06.11		53.0	160.0	30	6.6	8	
18	НК	1807.02.25	12	55.5	163.0	10	6.0	8-9	
	СР-68	1807.02		56	163			5-6	Нижне-Камчатск
19	НК	1809.11.18	19	52	159	30	6.8	8-9	
	СР-68	1809.11.09		52.5	159			6	Петропавловск
20	НК	1820.10.28		53	162	30	5.2	5-6	
21	НК	1825.11.07	23:33	53	161	30	6.4	8	
22	СР-68	1827.12.27-29		52	161			6	вулканическое; Петропавловск, с. Авачи [7]; обрушение верхней части Авачинской сопки
23	НК	1829.05.13	17	53	161	30	6.4	8-9	
24	НК	1841.05.17	21	52.5	159.5	30	8.4	11	
	СР-68	1841.05.18(6)	8	52.5	159			8	Петропавловск: большие разрушения, цунами
25	НК	1843.12.26	23:30	54	159	30	5.6	8	

№ п/п	Источник	Дата	Время	Координаты		h, км	M	I ₀ (баллы)	Выдержки из примечаний, имеющихся в [7]
				°с.ш.	°в.д.				
26	НК	1845.09.21	21:00	53	160.5	20	5.9	7-8	
27	СР-68	1848.06 (или 09)		52.5	160				Авачинская сопка обрушилась; возможно, цунами
28	НК	1849.10.28	09:00	55	166	20	7.5	10	
	СР-68	1849.10.28(16)	20	53.5	167			7-8	Командорские о-ва
29	НК	1851.12.07		53	160.5	20	5.9	7-8	
	СР-68	1851.12.07		52.8	159.5			6	Петропавловск
30	НК	1854.02.08		52.5	159.5	30	6	7	
31	СР-68	1854.06.27		51	158			7	о. Шумшу, цунами
32	НК	1854.07.30		52	159	20	6.9	9	
	СР-68	1854.07.30(18)		53	158			6	с. Паратунка
33	НК	1854.11.18	13:00	52.5	159.5	40	6.5	8	
	СР-68	1854.11.18(6)		51.8	160			5-6	в Петропавловске звон колоколов
34	НК	1858.01.22		55	166	20	7.5	10	
35	НК	1861.02.22		55	167	20	6.2	8-9	
	СР-68	1861.02.22(10)		55	168			5-6	о. Медный: разрушена скала
36	НК	1866.09.06		52.5	159.5	30	7	9	
37	НК	1899.11.23	09:40	53	159	20	7.9		

На рис. 1 приведена карта эпицентров землетрясений Камчатского полуострова за инструментальный период с 1962 по 2004 гг. и эпицентры доинструментального периода XVIII-XIX вв. согласно данным таблицы.



вв. согласно данным таблицы.

Определить приоритетность данных, представленных в НК и СР-68, оказалось невозможным. Казалось бы, параметры землетрясений, приведенные в НК, опубликованном в 1977 г., должны быть более обоснованы, чем в СР-68, учитывая, что НК составлен спустя 9 лет. Таким образом, при его подготовке использован опыт дополнительных десяти лет региональных инструментальных наблюдений, при этом сотрудниками, которые проработали в сейсмологии дополнительно 9 лет. Однако, к примеру, землетрясение ноября 1742 г., при котором по данным СР-68 наблюдалось цунами, находилось в

Рис. 1. Эпицентры землетрясений XVIII – XIX вв. и инструментального периода в интервале 1962–2004 гг.

Доинструментальный период:
окружности с серой заливкой – данные НК; кресты – данные СР-68.
Инструментальный период 1962-2004 гг.:
окружности с белой заливкой – эпицентры землетрясений с глубиной менее или равной 175 км;
окружности с точкой в центре – эпицентры землетрясений с глубиной более 175 км.

прибрежной полосе, а в НК его координаты оказалось на мысе Лопатка, что исключает возникновение цунами. Сильнейшее землетрясение 17.10.1737 г. по данным НК отнесено к мелководью. При таком положении эпицентра не могло образоваться мощного цунами, которое по свидетельству Г. Стеллера [8] наблюдалось даже на острове Беринга. Значительное преимущество НК оказалось в том, что для каждого события четко перечислены источники. Что касается достоверности указанных в этих изданиях параметров очагов, оба источника, скорее всего, равнозначны.

Основные результаты.

1. На Камчатке в XVIII-XIX в.в. коренное население не являлось носителем сведений о землетрясениях. И. Мушкетов и А. Орлов в частности отмечают: «...разрушительныя и сильныя потрясенія случаются въ Камчатке, въ стране богатой действующими вулканами, но въ то же время весьма слабонаселенной и при томъ народомъ некультурнымъ; по этому здешнія землетрясенія **случайно** попадаютъ въ записи какому-нибудь заезжему путешественнику, туристу или наблюдателю, который потомъ также **случайно** (выделение жирным шрифтом ААГ) сообщаетъ подобныя записи во всеобщее сведеніе...» [5, с. 39].

Сведения о землетрясениях в работе С.П. Крашенинникова [4] находятся в Главе 2 «О огнедышущих горах и о происходящих от них опасностях» и в рапортах, адресованных его руководителям Гмелину и Миллеру. Все сведения о землетрясениях в работах С.П. Крашенинникова и других исследователей являются фрагментами в записях, которые посвящены или общим описаниям путешествия, или хозяйственным проблемам.

Для местных жителей землетрясения были явлениями привычными с детства и значительно менее эффектными, чем зрелищное извержение вулканов. Исследователи также не рассматривали землетрясения как самостоятельное явление. В частности, К. Дитмар пишет: "Легкие землетрясения в Петропавловске, да и вообще в Камчатке, явление настолько обычное, что на них едва обращают внимание" [3, с. 571]. И там же: "Слабыя, едва заметныя, сотрясенія бывали в Петропавловском порте и ранее; они напоминали, что здесь живут на настоящей вулканической почве..." [3, с. 678].

Нужно отметить, что основным источником в НК и СР-68 был каталог И.В. Мушкетова и А.П. Орлова [5], содержащий макросейсмические описания для более 200 землетрясений XVIII-XIX вв., которые по полноте и информативности не уступают макросейсмическим описаниям многих землетрясений, помещенных в НК и СР-68. С 1737 по 1899 г. (193 года) на полуострове общей суммой порядка 100 лет не было исследователей. Учитывая, что источниками макросейсмических описаний являются только исследователи, можно утверждать, что землетрясений на Камчатке в XVIII-XIX вв. с магнитудой $M > 4.9$ было значительно более чем 200, хотя бы в два раза.

2. Макросейсмические материалы Камчатки в середине XIX в. впервые были собраны, систематизированы и опубликованы в г. Лионе французским исследователем А. Переем. В конце XIX в. А.П. Орловым и И.В. Мушкетовым были изданы макросейсмические описания землетрясений Российской Империи. Некоторые источники, которые были использованы А.П. Орловым и И.В. Мушкетовым, в настоящее время оказались или недоступными или утерянными. Информацию, находящуюся в них, можно было использовать только опосредованно, находя полные выдержки из этих работ в публикациях других авторов. Между прочим, выяснилось, что А. Перрей данные для своих бюллетеней в основном брал из российских источников, переведя их на французский язык. Позднее А.П. Орлов, И.В. Мушкетов и другие авторы для ряда событий использовали в качестве основного источника работы А. Перрея, переведя их «обратно» на русский язык.

3. Для 20 землетрясений XVIII-XIX в. в. макросейсмические описания относятся к одному только пункту: 14.10.1737, 25.10.1937, 4.11.1737, 26.12.1738, 19.12.1940, 12.03.1768, 15.04.1791, 16.04.1791, 30.05.1805, 29.02.1807, 9.11.1809, 1825, 27–29.07.1927, 13.05.1829, 17.05.1841, 26.12.1843, 6–9.1848, 7.12.1851, 30.07.1854, 19.11.1854. Два землетрясения не имеют названия пункта, в котором ощущалось землетрясение, указано – землетрясение на Камчатке: 1756 и 28.10.1820. Для некоторых событий есть общее обозначение районов ощущения – Командорские острова, или о-ва Парамушир и Шумшу, или «у берегов Камчатки»: 17.12.1737, 17.02.1742, 11.1942, 21.09.1845, 28.10.1849, 27.06.1954, 22.01.1858, 22.02.1861. Для всех вышеперечисленных землетрясений изначально нельзя определить эпицентр. Даже для двух сильнейших из известных за доинструментальный период наблюдений землетрясений 17 октября 1737 г. и 23 августа 1792 г., по которым имеются достаточно

подробные макросейсмические описания, оказалось невозможным определить направление на очаг, эпицентральное расстояние и, следовательно, координаты, интенсивность в эпицентре и магнитуду. В НК в ссылках для землетрясения 8.02.1854 об этом событии никаких сведений нет. Эпицентры двух землетрясений 6.09.1866 и 23.11.1899, как уже говорилось выше, оказались от Камчатки за несколько тысяч километров и в региональный каталог попали по ошибке.

Обсуждение и заключение.

Важнейшим результатом сбора и анализа практически всех макросейсмических описаний землетрясений XVIII-XIX вв. камчатского региона можно считать именно тот факт, что по имеющимся данным нельзя локализовать эпицентр, определить магнитуду.

Отсутствие системных логических решений дает основание предполагать, что авторы НК эпицентры землетрясений отнесли к фокальной зоне экспертным путём, зная ко времени написания этого труда, что более 95% событий в регионе происходит именно в фокальной зоне. Безусловно, одни и те же специалисты, выступающие в этой роли в 1975 г. или в 2007 г., являются экспертами, разными по своему профессиональному уровню, так как к их опыту прибавилось более 30 лет работы в сейсмологии. Для специалистов, которые сегодня могут взять на себя смелость экспертным путем определить параметры землетрясений Камчатки XVIII-XIX в. в., сообщаем, что копии всех собранных макросейсмических описаний в декабре 2006 г. переданы отдельным блоком в библиотеку Института вулканологии и сейсмологии (г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, дом 9).

Можно отметить направления научных работ, на которые так или иначе влияют обнаруженные неопределенности.

1. Сейсмическое районирование. Возможно, то обстоятельство, что авторы НК и СР-68 отнесли эпицентры землетрясений XVIII-XIX вв. к фокальной зоне, никак не повлияло на схемы сейсморайонирования. Так или иначе, уровень сейсмической опасности в значительной степени определяют два основных момента: геометрия фокальной зоны (которая известна), и максимальная магнитуда события, которая приписывается любой ее точке. Однако в расчеты всех схем сейсморайонирования, согласно НК, вошло всего 31 землетрясение с $M=4.9\div 8.4$. В работе [5] есть описания более чем для 200 землетрясений и, как выяснилось, количество событий в этом створе магнитуд за этот период должно быть увеличено, возможно, до 400 и более.

2. Сопоставительный анализ сейсмичности с геофизическими полями, геологическими структурами и мониторинг. В рамках этих исследований просто необходимо знать, где и с какой магнитудой произошло каждое землетрясение, и знать уровень потери информации. В противном случае будут получены ложные причинно-следственные связи.

Большая работа по сбору и анализу макросейсмических описаний землетрясений Камчатки XVIII-XIX в.в., фрагментом которой является данная статья, была выполнена автором по договору с Камчатским филиалом ГС РАН по инициативе В.Н. Чеброва, под его внимательным и критичным руководством.

Автор благодарит А. Раевскую за обсуждение текста и внесение значительных поправок.

Список литературы:

1. Прибылова Н.Е. Аргументы против отнесения землетрясения 6 сентября 1866 г. с $M=7.0$ к району г. Петропавловска-Камчатского.// Проблемные вопросы островной и прибрежной сейсмологии (ОПС-2005): тезисы докладов международного научного симпозиума. Южно-Сахалинск, 2005. С. 105.
2. Прибылова Н.Е., Бесстрашнов В.М., Годзиковская А.А. Принадлежит ли очаг землетрясения 23.XI.1899 г. Камчатской сейсмоактивной зоне.// Вулканология и сейсмология. 2006. №2. С. 46-54.
3. Дитмар К. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851-1855 гг. Карла фон-Дитмара. ч. 1. СПб., 1901.
4. Крашенинников С.П. Описание земли Камчатки. М.-Л.: Главсевморпуть, 1949. 840 с.
5. Мушкетов И.В., Орлов А.П. Каталог землетрясений Российской империи. Записки Русского географического общества, 26. СПб., 1893. 582 с.
6. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. М.: Наука, 1977. 536 с.
7. Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968. С. 269-283.
8. Steller G.W. Topographische und physikalische Beschreibung der Beringsinsel, welche im ostlichen Weltmeer an der Kuste von Kamtschatka liegt. St. Petersburg, 1781. S. 255-301.