

МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЙ КАТАЛОГ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ КАМЧАТКИ И КОМАНДОРСКИХ ОСТРОВОВ ЗА ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ 1962-2015 ГГ.

Митюшкина С.В., Раевская А.А.

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

Введение

Макросейсмическая база данных (БД) Камчатского филиала Геофизической службы РАН (КФ ГС РАН) [5] содержит сведения о макросейсмических проявлениях землетрясений регионального каталога на территории Камчатки и прилегающих областей за период наблюдений с 1962 г. по настоящее время.

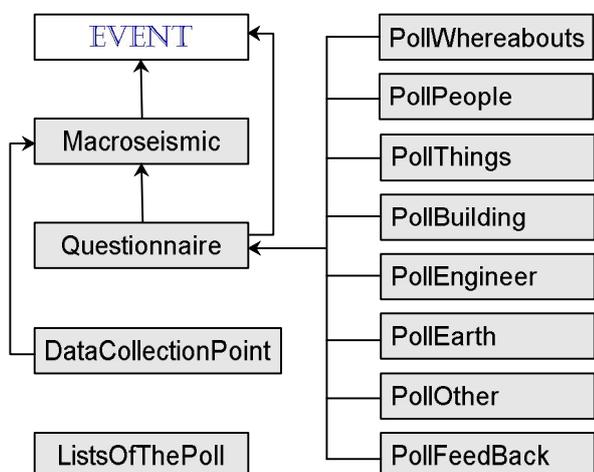
В электронном виде Макросейсмический каталог (МК) был создан в начале 90-х годов прошлого столетия под руководством В.М. Зобина на базе СУБД MS FoxPro на ЭВМ ЕС1033. Первоначально он состоял из таблицы пунктов с макросейсмическим описанием, балльностью и эпицентральной расстоянием для каждого ощутимого землетрясения регионального каталога и таблицы с координатами всех макросейсмических пунктов.

На протяжении всего периода существования МК система сбора данных совершенствовалась в соответствии с развитием вычислительной техники и изменением подхода к сбору макросейсмической информации. До начала работ по созданию МК данные о проявлении землетрясений в основном фиксировались сотрудниками региональных сейсмостанций, а детальные опросы проводились лишь по сильным событиям с интенсивностью сотрясения I в эпицентральной зоне более 5 баллов. Поэтому макросейсмические сведения о событиях с 1962 по начало 1990-х гг., представленные в МК, являются достаточно скудными. Только в начале нашего столетия в Лаборатории сводной обработки (ЛСО) КФ ГС РАН был сформирован регламент сбора сведений об ощутимых землетрясениях. Тогда же в МК стала сохраняться информация по неощутимым событиям и добавляться пункты с нулевой интенсивностью для определения границы области макросейсмического воздействия.

В 2013 г. начала работу автоматизированная система сбора и обработки макросейсмической информации, созданная на базе интернет-опросника (<http://www.emsd.ru/Isopool/poll.php>) [4, 6]. С помощью этой системы можно получать данные, анализировать их и строить интерактивные карты «пункты-баллы» в оперативном круглосуточном режиме, выявлять закономерности и особенности макросейсмических проявлений камчатских землетрясений за весь период детальных сейсмологических наблюдений.

Структура Макросейсмического каталога

Макросейсмический каталог, разработанный на базе СУБД PostgreSQL, является одной из подсистем единой информационной системы сейсмологических данных (ЕИС СД) КФ ГС РАН [7]. Данные МК связаны с таблицей событий ЕИС СД (Event) и хранятся в 12 взаимосвязанных таблицах,



представленных на рис. 1. В таблицах МК содержатся описания макросейсмических проявлений землетрясений Камчатки и Командорских островов; оценки интенсивности этих проявлений; сведения о пунктах, для которых получены макросейсмические данные и другая сопутствующая информация.

Таблица Macroseismic хранит данные о макросейсмическом проявлении события в конкретном пункте наблюдения, включая автоматическую оценку интенсивности, усредненную по всем анкетам из пункта наблюдения; экспертную оценку интенсивности в пункте и общее макросейсмическое описание по данным поступивших анкет, введенные специалистом по макросейсмике.

Таблица DataCollecticonPoint хранит информацию о пунктах, для которых получены макросейсмические данные.

Рис. 1. Схема структуры БД «Макросейсмический каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов».

Таблица Questionnaire хранит общую информацию по конкретной анкете: ссылку на событие в таблице Event, дату регистрации анкеты в БД, автоматическую оценку интенсивности по данным анкеты, ссылки на таблицы с данными анкеты, информацию о типе анкеты (вновь поступившая, рабочая, тестовая, удаленная) и др. Информация из анкет хранится в 8 таблицах: PollWhereAbouts (местоположение респондента), PollPeople (реакция на землетрясение людей), PollThings (реакция предметов быта), PollBuilding (реакция зданий и типовых сооружений), PollEngineer (реакция инженерных сетевых и транспортных сооружений), PollEarth (информация о природных явлениях на поверхности Земли), PollOthers (остальные проявления, не вошедшие в другие таблицы), PollFeedBack (данные о респонденте, приславшем сообщение).

Таблица ListOfThePoll хранит набор всех возможных реакций объектов (людей, предметов быта, сооружений и т.д.) с соответствующей им количественной оценкой по шкале MSK-92 (проект) [9].

Система сбора данных

Макросейсмическая БД формируется на основе результатов анкетного опроса населения, проводящегося по телефону; сообщений от респондентов через интернет-опросник или письменных сообщений; информации об ощутимых землетрясениях, предоставляемой ГС РАН (Обнинск) и в ежедекадных сейсмологических бюллетенях Северо-Курильска; результатов поиска данных в различных новостных и информационных ресурсах; ответов на официальные запросы, рассылаемые сотрудниками ЛСО.

В настоящее время вся информация об ощутимых землетрясениях в круглосуточном режиме поступает в БД либо с помощью интернет-опросника, который заполняется респондентами по своим ощущениям, либо с помощью локальной web-страницы, разработанной для специалиста, проводящего опрос респондентов.

Специалисты собирают макросейсмические сведения в определенном порядке. В начале рабочего дня просматривается список землетрясений ЕИС СД за прошедшие сутки или более (после выходных и праздничных дней). Кроме того, используется информация о землетрясениях, полученная по линии Службы срочных донесений (ССД). Для опроса выбираются землетрясения, которые по энергетическому классу и расположению эпицентра могли иметь макросейсмические проявления в тех или иных населенных пунктах, а также местах, где постоянно находятся люди – на маяках, гидрометеостанциях и т.п. Как правило, сведения собираются сначала из ближайших к эпицентру пунктов, а затем из более отдаленных до получения уверенной границы области макросейсмического воздействия ($I=0$ баллов). Для глубоких землетрясений опрашиваются в первую очередь пункты восточного побережья Камчатки.

При возникновении ощутимого землетрясения в Петропавловске-Камчатском или поступлении сигнала о том, что землетрясение ощущалось в том или ином населенном пункте Камчатского края, в рабочее время сбор сведений о его проявлениях начинается немедленно. Если землетрясение вызвало сотрясения с $I \geq 5$ баллов, то сотрудники ЛСО выходят на работу для сбора макросейсмических данных и в нерабочее время, чтобы информация была собрана как можно более оперативно. В случае возникновения разрушительных землетрясений предполагается выезд части сотрудников ЛСО в составе групп, обследующих пострадавшие территории, для сбора макросейсмических данных непосредственно на местах.

Система обработки и доступа к данным

Обработка поступающей информации и доступ к данным МК осуществляется с помощью специального приложения «The Power» (The Poll Viewer) [4, 8], которое позволяет комплексно работать с макросейсмическими данными. При поступлении сообщения об ощутимом землетрясении «The Power» сигнализирует специалисту о наличии новых данных, с которыми в дальнейшем продолжается работа в пяти взаимосвязанных блоках-закладках приложения: «Правка» – просмотр и идентификация вновь поступивших анкет; «Просмотр» – построение карт «пункты-эпицентр» для макросейсмического опроса населения; «Общее» – анализ и редактирование данных МК; «Пункты» – просмотр, добавление и редактирование информации по макросейсмическим пунктам БД; «Запросы» – формирование любых выборок, как из Макросейсмического каталога, так и из любой таблицы ЕИС СД.

Следует заметить, что на этапе обработки новых анкет результат предварительной автоматической оценки интенсивности I в пункте [9, 6], а также количество поступающих анкет существенно влияют на оперативность и последовательность дальнейших действий специалиста по макросейсмике.

На рис. 2 приведен пример экрана при работе в блоке «Общее». Из списка землетрясений регионального каталога, имеющих макросейсмические проявления (рис. 2а), специалист выбирает нужное событие, и вся информация по нему выводится в остальных окнах закладки. В окне списка пунктов (рис. 2б) «The Power» выдает усредненную автоматическую оценку интенсивности сотрясений I в пункте по всей информации, полученной от респондентов [9, 6]; эпицентральное расстояние до пункта наблюдения, азимут и статистику по количеству поступивших сообщений. В окне списка анкет (рис. 2в) представлены все сообщения из просматриваемого пункта, которые можно прочитать в окне текстов сообщений (рис. 2г). В окне редактирования во вкладке «Данные» (рис. 2д) специалист для каждого пункта вводит окончательную (экспертную) оценку интенсивности сотрясений I , определенную по шкале MSK-64 [2], и общее описание проявления землетрясения, которые тут же получают свое отражение в списке пунктов (рис. 2б). После этого макросейсмическая информация по ощутимому землетрясению становится доступной пользователям извне (<http://www.emsd.ru/sdis/earthquake/macrosei/macrosei.php>). Во вкладке «Карта» все поступившие и обработанные макросейсмические данные по выбранному событию отображаются на карте «пункты-баллы» (рис. 2е), которую можно сохранить и распечатать.

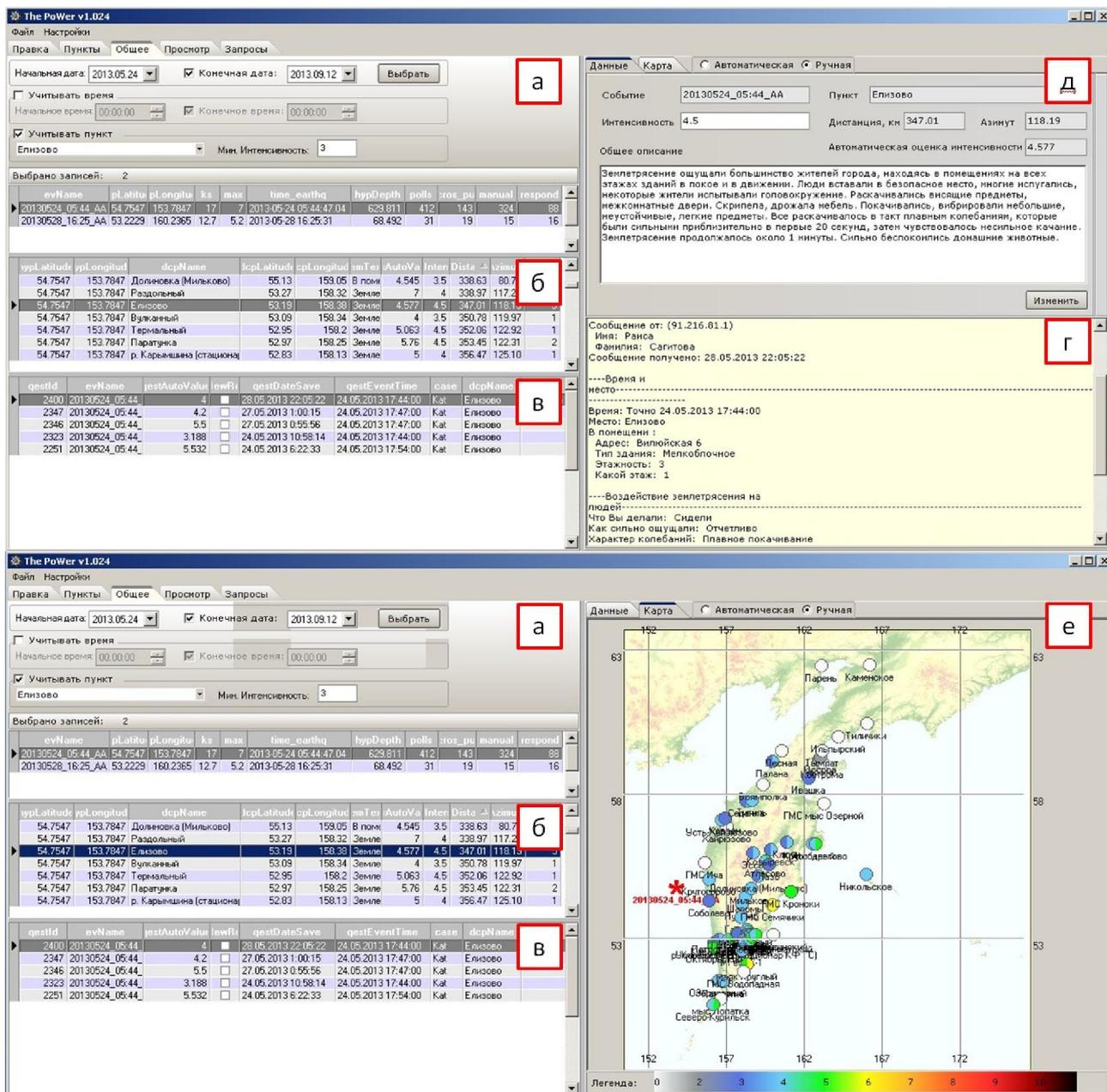


Рис.2 Пример экрана приложения «The Power» при работе в блоке «Общее» вкладка «Данные» и «Карта»

Состояние Макросейсмического каталога в настоящее время

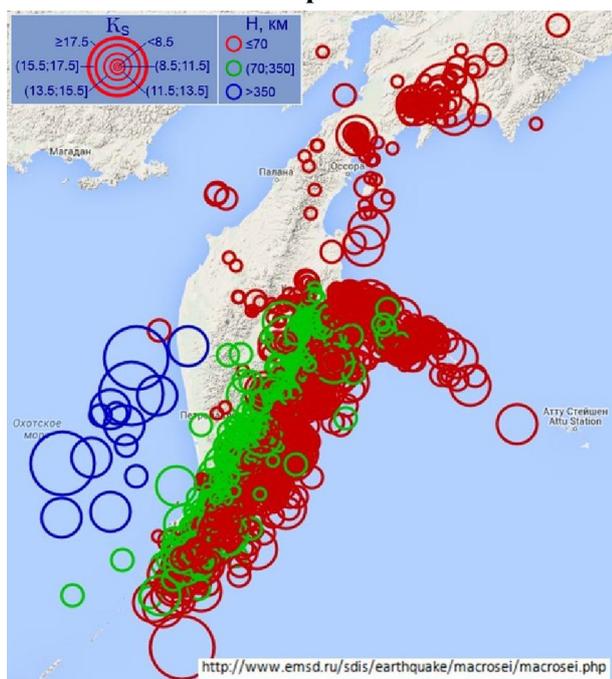


Рис. 3. Карта эпицентров ощутимых событий, представленных в Макросейсмическом каталоге землетрясений Камчатки и Командорских островов.

построены карты изосейст, по 11 из них имеются данные макросейсмического обследования.

Анализируя макросейсмические карты «пункты-баллы» сильных землетрясений, нетрудно заметить, что для большинства камчатских землетрясений глубиной менее 150 км сохраняется закономерность убывания интенсивности сотрясений I с расстоянием. Макросейсмический эпицентр близок к инструментальному эпицентру или совпадает с ним. Характерна вытянутость изосейст или первой изосейсты вдоль простирания очага, а для землетрясений зоны субдукции наблюдается вытянутость изосейст и вдоль островной дуги (рис. 4а).

Иной макросейсмический эффект наблюдается для камчатских землетрясений зоны субдукции глубиной более 150 км [3]. Как правило, более сильная интенсивность сотрясений I фиксируется в населенных пунктах восточного побережья Камчатки, а в ближайших к инструментальному эпицентру пунктах центральной или западной части полуострова интенсивность сотрясения I значительно слабее, или землетрясение совсем не ощущается. Макросейсмический эпицентр землетрясения не совпадает с инструментальным эпицентром и смещен к восточному побережью Камчатки в район выхода тихоокеанской плиты на поверхность. Однако вытянутость изосейст вдоль островной дуги сохраняется (рис. 4б).

Заключение

В КФ ГС РАН существует постоянно пополняемый Макросейсмический каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов. Данные об ощущениях землетрясений поступают в круглосуточном режиме с помощью интернет-анкеты и локальной web-страницы, разработанной для специалистов, проводящих опрос населения, что способствует сбору относительно однородной информации и дает возможность автоматической обработки данных. Сбор макросейсмических сведений производится в соответствии с регламентом, разработанным в ЛСО КФ ГС РАН.

Для удобства доступа и работы с МК создано специальное приложение «The Power», позволяющее в режиме времени, близком к реальному, получать интерактивные карты «пункты-баллы» на основании автоматической и экспертной оценки интенсивности I землетрясения в пункте наблюдения. С помощью «The Power» можно анализировать особенности макросейсмических проявлений камчатских землетрясений за весь период детальных сейсмологических наблюдений.

Информация о событиях, вызвавших сотрясения интенсивностью 5 баллов и более на Камчатке и прилегающих территориях, доступна сотрудникам КФ ГС РАН и зарегистрированным интернет-пользователям через web-интерфейс (<http://www.emsd.ru/sdis/earthquake/macrosei/macrosei.php>).

За период детальных сейсмологических наблюдений с 1962 г. по июнь 2015 г. Макросейсмический каталог пополнился информацией о проявлении 3438 землетрясений регионального каталога Камчатки и Командорских островов. Из них на территории Камчатского края и Северных Курил ощущались 3118 событий (рис. 3). С 2006 года в БД стала сохраняться информация по землетрясениям, которые по результатам опроса не ощущались (320 событий на июнь 2015 г.).

Макросейсмический каталог представлен землетрясениями с энергетическим классом $K_S=6.1\div 17.0$ и интенсивностью сотрясений $I=2\div 10$ баллов по шкале MSK-64 [2]. По глубине 84.6% ощутимых событий МК представлены поверхностными землетрясениями ($h \leq 70$ км), 14.9% – промежуточными ($70 < h \leq 350$ км); 0.5% – глубокими ($h > 350$ км).

За упомянутый выше период сейсмологических наблюдений в региональном каталоге зафиксировано 2061 сильное землетрясение с $K_S \geq 11.6$, 1136 (55%) были ощутимыми и информация по ним содержится в макросейсмической БД. Для 13 сильных событий

Ежегодные данные Макросейсмического каталога по ощутимым событиям публикуются в сборниках Землетрясения Северной Евразии и Землетрясения России.

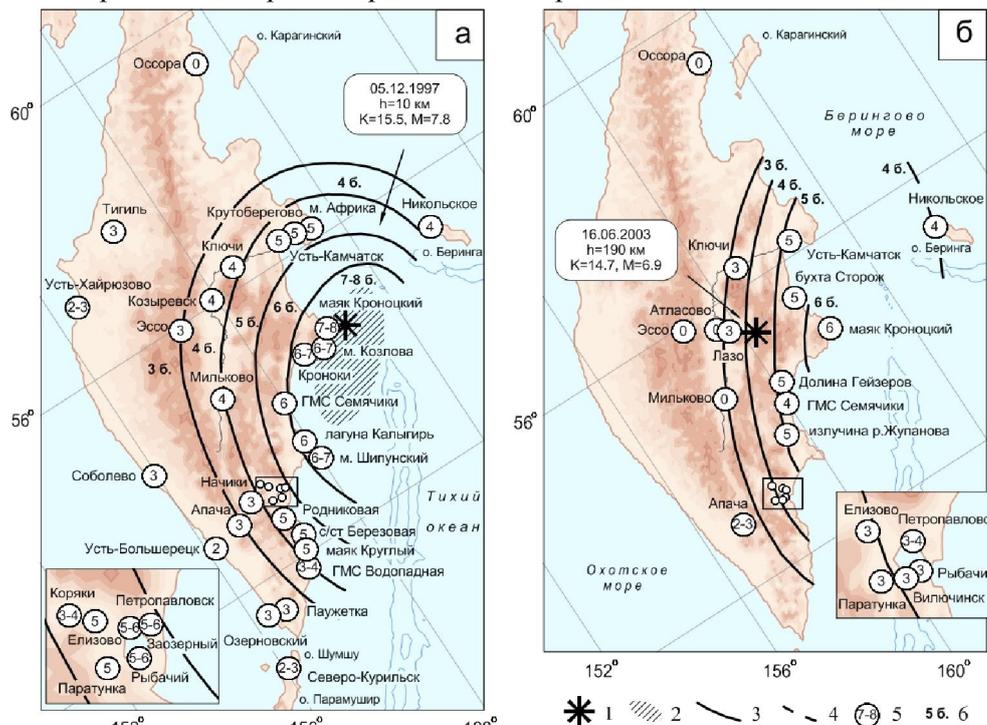


Рис. 4. Карты изосейст и «пункты-баллы» Кроноцкого землетрясения 1997 г. [1] (а) и землетрясения Тумрукское-I 2003 г. [3] (б). 1 – эпицентр; 2 – очаговая зона; 3 – уверенные изосейсты; 4 – приблизительные изосейсты; 5 – интенсивность I в пункте, баллы; 6 – интенсивность сотрясения I в обозначенной области, баллы.

Список литературы

1. Гусев А.А., Левина В.И., Салтыков В.А., Гордеев Е.И. Сильное Кроноцкое землетрясение 5 декабря 1997 года: основные данные, сейсмичность очаговой зоны, механизм очага, макросейсмический эффект // Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 года. Предвестники, особенности, последствия. Петропавловск-Камчатский, 1998. С 32-54.
2. Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага). Шкала сейсмической интенсивности. MSK-64. М.: МГК АН СССР, 1965. 11 с.
3. Митюшкина С.В., Иванова Е.И., Чеброва А.Ю., Левина В.И. Макросейсмические проявления промежуточных и глубоких землетрясений камчатской зоны субдукции // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Труды Второй региональной научно-технической конференции. Петропавловск-Камчатский. 11-17 октября 2009 г. / Отв. В.Н. Чебров. Петропавловск – Камчатский: ГС РАН, 2010. С.141-145.
4. Митюшкина С.В., Раевская А.А., Токарев А.В., Чеброва А.Ю., Чемарев А.С. Программа для автоматизированной обработки макросейсмической информации: возможности и результаты использования // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Труды Четвертой научно-технической конференции. Петропавловск-Камчатский. 29 сентября – 5 октября 2013 г. / Отв. В.Н. Чебров. Обнинск: ГС РАН, 2013. С. 347–351.
5. Митюшкина С.В., Раевская А.А., Токарев А.В., Чеброва А.Ю. Регистрационное свидетельство №2015620410 от 2 марта 2015 г. База данных «Макросейсмический каталог Камчатки и Командорских островов».
6. Митюшкина С.В., Токарев А.В., Раевская А.А., Чеброва А.Ю. Автоматическая обработка макросейсмической информации по камчатским землетрясениям на базе интернет-опросника // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Труды Третьей научно-технической конференции. Петропавловск-Камчатский. 9–15 октября 2011 г. / Отв. В.Н. Чебров. Обнинск: ГС РАН, 2011. С. 376–380.
7. Токарев А.В., Бахтиярова Г.М., Чеброва А.Ю., Митюшкина С.В. Современный взгляд на устаревшую систему хранения сейсмологических данных КФ ГС РАН // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Труды Третьей научно-технической конференции. Петропавловск-Камчатский. 9-15 октября 2011 г. / Отв. ред. В.Н. Чебров. - Обнинск: ГС РАН, 2011. С.401-405.
8. Токарев А.В., Митюшкина С.В., Раевская А.А. Регистрационное свидетельство №2015613075 от 3 марта 2015 г. Программа для ЭВМ «The Poll Viewer».
9. Шебалин Н.В., Аптикаев Ф.Ф. Развитие шкалы MSK // Проблемы макросейсмологии. Вып.34. М.: ГЕОС, 2003. С.210-253.