

**ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ
КАМЧАТСКОГО ФИЛИАЛА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РАН**

Кугаенко Ю.А., Матвеев Е.А.

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

В современном научном мире с каждым годом проблема сохранения результатов наблюдений и научных исследований приобретает все большее значение. В настоящее время в КФ ГС РАН накоплен огромный объем данных инструментальных наблюдений. Развитие наблюдательных сетей приводит к увеличению потоков цифровой информации, которая зачастую хранится и обрабатывается в разных подразделениях, имеет разные форматы и не всегда доступна другим исследователям. Все это, а также отсутствие информации о имеющихся базах и архивах затрудняет обмен данными как между подразделениями КФ ГС РАН, так и между ГС РАН и международными информационными центрами.

В рамках этой проблемы в КФ ГС РАН в 2011-2013 гг. проведены работы по инвентаризации имеющихся информационных ресурсов (ИР): каталогов землетрясений, баз данных, информационных систем (ИС), цифровых архивов волновых форм и пр. Составлены описания ИР в виде кратких аннотаций и в табличном виде на основе унифицированного набора информативных элементов. В описания включены название ресурса, период наблюдений, ключевые слова, частота обновления данных, ограничения по доступу к информации, общие сведения о происхождении данных, среда разработки ИР, режим доступа к данным и пр. Для актуализации информации в описания введено поле, отражающее объем обновлений ресурса в текущем году. Аннотации и таблицы заполнялись непосредственными исполнителями работ и сотрудниками, ответственными за сбор и хранение информации. В ходе инвентаризации систематизированы данные более чем о тридцати ИР, которые разработаны и созданы в подразделениях КФ ГС РАН [1-3, 6, 7, 10, 11]. Ниже приведены краткие сведения об основных ИР КФ ГС РАН по состоянию на 01.01.2013 г.

Каталоги землетрясений

Региональный каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов. Номер государственной регистрации 2012621161. Каталог формируется на основе результатов оперативной и окончательной обработки данных инструментальных наблюдений. В каталоге содержатся основные параметры землетрясений, зафиксированных камчатской региональной сетью сейсмических станций в период с 1962 г. по настоящее время: дата, время в очаге, географические координаты, глубина, энергетические оценки ($K_S \geq 8.5$ - энергетический класс по амплитуде S-волны, по С.А.Федотову, и локальную магнитуду M_l , рассчитанную по корреляционной формуле $M_l = K_S \times 0.5 - 0.75$), источник данных (f – по данным окончательной обработки, o – по данным оперативной обработки). Региональный каталог землетрясений хранится на сервере КФ ГС РАН. Организован доступ для внешних пользователей через web-интерфейс. Объем каталога на конец 2012 г.: 2.74 Мб, 50573 записей. Объем обновлений в 2012 г.: 0.06 Мб, 4313 записей.

Окончательный каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов. ИР формируется на основе результатов обработки данных инструментальных наблюдений. Содержит данные о землетрясениях Камчатки и Командорских островов, начиная с 1962 г. Включает переопределенные по программе GIP А.А. Гусева [4] основные параметры землетрясений с точностью определения, а также дополнительные энергетические оценки (энергетические классы по Р-, S- и по кода-волнам, магнитуду по кода-волнам, локальную магнитуду), принадлежность к одной из геолого-географических структур и другие вспомогательные параметры. Каталог дополнен значениями магнитуд, определенных ведущими международными сейсмическими центрами: ГС РАН Обнинск, ISC, USGS, Global CMT. Окончательный каталог землетрясений хранится на сервере КФ ГС РАН. Объем ИР: 27.8 Мб, 118000 записей параметров; 0.83 Мб, 9128 записей магнитуд. Объем обновлений в 2012 г.: 32 Мб, 1353 записи параметров; 0.01 Мб, 156 записей магнитуд.

Макросейсмический каталог. ИР содержит сведения о макросейсмических проявлениях землетрясений на территории Камчатки и прилегающих областей за период с 1962 по настоящее

время. Сбор макросейсмической информации осуществляется при помощи телефонной и радиосвязи, интернета, письменных сообщений ощущавших, по данным об ощущаемых землетрясениях, предоставляемым Обнинском, и в еженедельных Северо-Курильских сейсмологических бюллетенях. Интенсивность сотрясений в пунктах определяется по шкале MSK-64. Объем каталога 1.97 Мб, 6366 записей. Объем обновлений в 2012 г.: 0.73 Мб, 720 записей.

Макросейсмический каталог доинструментального и раннего инструментального периода. Содержит сведения о макросейсмических проявлениях землетрясений на территории Камчатки и прилегающих областей за период 1737-1961 гг. Интенсивность сотрясений в пунктах определяется в соответствии со шкалой MSK-64. Каталог содержит 268 записей.

Каталог механизмов очагов землетрясений Камчатки и Командорских островов. ИП содержит информацию о результатах расчета механизмов очагов наиболее сильных землетрясений Камчатки и Командорских островов по методике определения механизмов по знакам первых вступлений объемных волн. Для всех событий с $K_S \geq 11.6$ снимаются знаки вступлений объемных волн по записям Камчатской региональной сети. Также привлекаются аналогичные данные глобальных сейсмических сетей (ГС РАН, ISC; NEIC). Для каждого события в каталоге указаны: основные параметры землетрясения; единичные т-вектора соответствующие решению; угловое среднеквадратичное отклонение относительно "ближайшего двойного диполя"; плоскости разрыва 1,2; оси напряжений; среднеквадратичное отклонение от оценки осей; тип подвижки; шифр землетрясения; принадлежность к одной из тектоно-географических структур. Каталог содержит 862 записи. Объем обновлений в 2012 г. – 19 записей.

Информационные системы

Информационная система «Монитор сейсмической активности Дальнего Востока России». Предназначена для сбора и отображения оперативной информации о сейсмической активности Дальнего Востока России. Данные в ИС поступают из протокола обработки землетрясений КФ ГС РАН, Сахалинского и Владивостокского филиалов ГС РАН; почтовой рассылки, проводимой NEIC; почтовой рассылки, проводимой службой срочных донесений ГС РАН; почтовой рассылки программы AUTOSSD. Отображается информация обо всех землетрясениях за текущие сутки, землетрясениях с магнитудой более 6 за последнюю неделю и магнитудой более 7 за последний год. Информация за текущие сутки выводится на карты Дальнего Востока, Камчатки, Северной и Авачинской группы вулканов с различной степенью детализации. Монитор отображает виды на вулканы Корякский, Кизимен и Плоский Толбачик, оценку уровня сейсмичности Камчатской сейсмоактивной зоны по методике СОУС'09 [9], оперативную информацию о состоянии вулканов Камчатки. Данные хранятся в базе данных на основе СУБД PostgreSQL. Серверная часть web интерфейса разработана на языке PHP и обслуживается сервером Apache. Доступ в Internet: <http://www.emsd.ru/ts/alldemo.php/>

Информационно-вычислительная система «Землетрясения Камчатки» [11]. Web-ориентированная информационно-вычислительная система (ИВС) представляет собой базу данных, хранящую каталог землетрясений КФ ГС РАН за 1996 – 2006 гг. (около 100000 событий) и связанный с ним файловый архив волновых форм землетрясений. Файловый архив проиндексирован в базе данных. ИП содержит справочную информацию о сети сейсмических станций и параметрах сейсмометрических каналов. В систему интегрированы вычислительные модули, позволяющие в on-line режиме проводить интерактивный анализ сейсмических сигналов во временной, частотной, частотно-временной и пространственной областях с выводом результатов непосредственно в веб-браузер пользователя. ГИС модуль обеспечивает построение интерактивных карт. ИВС доступна по адресу: <http://quakekam.emsd.ru/>

Информационная система «POLYGON» [7]. Реализована на основе СУБД MySQL. ИС адаптирована к данным, представляющим временные ряды, и включает в себя комплекс программ для ввода, конвертирования, отправки на сервер и выборки с сервера, визуализации и анализа данных комплексных геофизических наблюдений. Содержит результаты геофизических наблюдений и другой вспомогательной информации (1977 г. – настоящее время), получаемые в подразделениях КФ ГС РАН. Пополнение производится с использованием программных средств информационной системы «POLYGON». Расположена на сервере КФ ГС РАН с доступом по локальной сети. Объем ИП: около 4 Гб Мб, более 108 млн. записей. Объем обновлений в 2012 г.: 350 Мб, более 8 млн. записей.

Информационная система акустического мониторинга волновых возмущений в атмосфере полуострова Камчатка. Содержит результаты обработки данных сети инфразвуковых

станций, расположенных на территории Камчатки: станций лаборатории акустического и радонового мониторинга в поселках Паратунка и Ключи, акустические каналы на сейсмических станциях радиотелеметрической сети КФ ГС РАН, а также международной станция СТВТО IS44. Также в базу данных заносятся результаты радиозондирования атмосферы NOAA/ESRL со станций, находящихся в поселках Пионерский и Ключи. Объем ИР: 89 Мб, 912 записей. Объем обновлений в 2012 г.: 22.3 Мб, 292 записи.

Цифровые архивы и базы данных

Цифровые архивы волновых формы региональных землетрясений Камчатки и Командорских островов и вулканических землетрясений Камчатки. Номера государственной регистрации 0220913209 и 0220913208. Структурированные цифровые архивы записей региональных сейсмических станций Камчатки. Содержат цифровые сейсмограммы (волновые формы) региональных землетрясений Камчатки и Командорских островов и вулканических землетрясений Северной и Авачинской групп вулканов, зарегистрированных с 1996 г. по настоящее время. Файлы содержат многоканальные записи в SEED-формате, соответствующем международному стандарту хранения сейсмологической информации, и доступны по локальной сети КФ ГС РАН. Объем архивов: 429.77 Гб, 103852 записей региональных землетрясений; 153.78 Гб, 104902 записей вулканических землетрясений. Обновление архивов в 2012 г.: 39.8 Гб, 6900 записей региональных землетрясений; 8.8 Гб, 7147 записей вулканических землетрясений.

Цифровой архив волновых форм сильных землетрясений Дальнего Востока РФ и мира. Структурированный цифровой архив записей землетрясений опорных станций сети Дальнего Востока. Содержит цифровые сейсмограммы (волновые формы) сильных землетрясений Дальнего Востока РФ и мира с $M \geq 6.5$, зарегистрированных с ноября 1993 г. по настоящее время. Архив волновых форм формируется отдельно для каждого события по данным международного каталога USGS. Файлы содержат многоканальные записи в SEED-формате, соответствующем международному стандарту хранения сейсмологической информации, и доступны по локальной сети КФ ГС РАН. Архив содержит более 300 записей (4.8 Гб).

Архив подробных станционных данных. Формируется на основе результатов анализа цифровых сейсмических сигналов, полученных операторами лаборатории сводной обработки КФ ГС РАН. Содержит исходные и расчетные станционные данные о землетрясениях, занесенных в окончательный каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов: шифр землетрясения; трехсимвольный латинский код станции; знак вступления Р-волны и четкость, время вступления Р- и S-волн; амплитуду и период Р- и S-волн (для записей смещения), либо соотношение А/Т (для записей скорости); эпицентральное расстояние (км, град) и азимут на эпицентр; класс на станции по Р- и S-волнам; невязки времен прихода Р- и S-волн; станционный класс по коде, время прихода (снятия) коды, амплитуда коды; вес вступлений Р- и S-волн; класс на станции по Р- и S-волнам, станционный класс по коде, магнитуду по коде, время прихода (снятия) коды, амплитуду коды. Архив хранится на сервере КФ ГС РАН. Объем ИР: 177 Мб, 1252230 записей. Объем обновлений в 2012 г.: 2 Мб, 15538 записей.

База данных гидрогеохимических наблюдений. БД содержит результаты наблюдений за режимом подземных вод с 1977 г. Число пунктов наблюдений (самоизливающихся скважин и источников) – 11. Измеряемые показатели: атмосферное давление, температура воздуха, дебет скважин и источников, температура воды, а также концентрации рН, ионов хлора (Cl⁻), гидрокарбоната (HCO₃⁻), сульфата (SO₄²⁻), натрия (Na⁺), калия (K⁺), кальция (Ca²⁺), магния (Mg²⁺), борной (H₃BO₃) и кремниевой (H₄SiO₄) кислот, метана (CH₄), азота (N₂), кислорода (O₂), аргона (Ar), углекислого газа (CO₂), гелия (He), водорода (H₂), этана (C₂H₆), этилена (C₂H₄), пропана (C₃H₈), пропилена (C₃H₆), бутана (C₄H_{10n}) и изобутана (C₄H_{10i}).

База данных газодинамических наблюдений. БД содержит данные измерений концентрации водорода, радона, торона, термодинамических данных потока термальной воды скважины К-88, теллурических потенциалов, интенсивности потока тепловых нейтронов в приземном воздухе на ПКН «Карымшина», радона, торона и метеоданных.

База данных записей сильных движений. Записи станций сильных движений (с 1971 г. по настоящее время) хранятся в виде базы данных, реализованной на основе СУБД MySQL и включающей в себя таблицы: каталог землетрясений ($K_s \geq 9.5$); сведения о станциях сильных движений; каталог записей станций сильных движений; волновые формы, удовлетворяющие критериям выборки (превышение порога амплитуды ускорения 0.025g или скорости 0.05 см/с). Объем ИР: 9087 записей. Обновление в 2012 г.: 1518 записей.

База данных «Вулканические события на вулканах Камчатки: сейсмические сигналы и их спектры, фото и видео материалы». Цель создания – идентификация сейсмических сигналов от разных вулканических событий. Для этого собираются все привязанные ко времени фото, видео и другие материалы о регистрации вулканических событий. Для зарегистрированных событий изучаются амплитудные и частотные характеристики сопровождающих сейсмических сигналов с целью выделения характерных особенностей. В дальнейшем при отсутствии визуальных или видео данных выделенные особенности используются для оценки состояния вулкана и идентификации произошедших на вулкане событий по сейсмическим данным.

База данных «Региональные и вулканические землетрясения Камчатки и прилегающих островов по оперативным данным за 1991-2010. Формируется на основе результатов оперативной обработки данных инструментальных наблюдений. В базе содержатся основные параметры всех локализованных землетрясений в пределах планшета ответственности КФ ГС РАН 1991-2010. База состоит из трех блоков, каждый из которых включает файл с каталогом и файл со станционными данными: региональные землетрясения за 01.01.1991-30.04.2010 гг. (каталог, содержащий 71187 землетрясений (16.8 Мб), станционные данные – 666642 записи (63.3 Мб)); землетрясения Авачинской группы вулканов за 1994-2009 гг. (каталог, содержащий 5631 землетрясение (0.9 Мб), станционные данные – 28460 записей (2.8 Мб)); землетрясения Северной группы вулканов 1999-2009 гг. (каталог, содержащий 81550 землетрясений (12.5 Мб), станционные данные – 525781 запись (52.3 Мб)). Параметры землетрясений определены программе НПРО [8] с использованием различных одномерных скоростных моделей. База хранится на сервере КФ ГС РАН. Разработан интерфейс для работы с данными. по вложению, редактированию и выборкам выполнен в виде специальной программы.

База данных «Оперативные данные по региональным и вулканическим землетрясениям Камчатки и прилегающих островов». База данных формируется на основе результатов оперативной обработки данных инструментальных наблюдений. Расчет параметров землетрясений производится с помощью программы DIMAS [5] с использованием различных одномерных скоростных моделей. В базе содержатся основные параметры всех локализованных землетрясений в пределах планшета ответственности КФ ГС РАН с 2009 г. по настоящее время.

Фактографическая база данных «Активность вулканов Камчатки». Номер государственной регистрации 0220711891. Цель создания – ежедневная оценка состояния вулканов по комплексу наблюдений: сейсмический, видео (или визуальный) и спутниковый мониторинг. Оценка состояния реализована с помощью четырехцветной шкалы кодов опасности. Содержит информацию с февраля 2000 г. по настоящее время.

Архив данных GPS наблюдений. В архиве собраны данные GPS станций с 1996 г. по настоящее время в формате RINEX. Данные хранятся в виде суточных файлов с 30 секундным интервалом наблюдений и часовых файлов с 1 секундным интервалом. Для ряда станций сохраняются файлы исходных наблюдений в необработанном виде. Также в архиве содержатся: эфемериды спутников - бортовые (RINEX) и точные (SP3); метеоданные (температура, давление, влажность) в формате RINEX; глобальные карты полной электронной концентрации ионосферы (TEC); таблицы состава аппаратуры станций и положений фазового центра антенн относительно геодезического центра; результаты обработки мировой сети IGS в виде ковариационных матриц с координатами пунктов; результаты обработки региональной сети: ковариационные матрицы, временные ряды координат станций, поля скоростей в различных отчетных основах.

Архив данных наклономерных наблюдений. Архив представляет собой регулярно пополняемую структуру каталогов, содержащую данные инструментальных наблюдений современных движений наклономерными станциями с 2010 г. по настоящее время. В архиве сохраняются данные наблюдений в режиме оцифровки 100 Гц в формате WIN. Так же формируются данные часового и двухминутного осреднения, необходимые для быстрой визуализации и анализа.

Архив обзорных сейсмограмм РТСС. Архив суточных обзорных SWAN-диаграмм создан по сейсмическим данным всех сейсмометрических каналов РТСС и полевых выносных пунктов СПЦ. Архив предназначен для быстрого визуального анализа работоспособности аппаратуры, наличия данных, особенностей сейсмичности. Дополняется ежедневно. Содержит данные с 1996 г.

Архив временных рядов сейсмического шума на широкополосных сейсмических станциях Камчатки. Регулярно пополняемый архив содержит текстовые файлы суточных сейсмических записей на канале ВНЗ на сейсмостанциях Камчатки, оборудованных сейсмоприемниками STS-1, STS-2, CMG-3, CMG-6, KS-2000, CM30C, с осреднением 1-минута. Исходные данные –

сейсмические записи в формате mseed, расположенные на сервере КФ ГС РАН. В 2013 г. архив интегрирован в состав ИС «POLYGON». Объем ИР в 2012 г. составил 200 Мб.

Архив видеонаблюдений за активными вулканами Камчатки. Содержит снимки с цифровых и ИР видеокамер, направленных на вулканы Шивелуч, Безымянный, Авачинский, Корякский, Кизимен, Горелый, Толбачик, с точной привязкой их к абсолютному времени. Дискретизация данных 1 кадр в минуту. Кроме того, существует запись непрерывного видео в формате mpeg4 с частотой 1 кадр в секунду.

Другие ИР

Архив первичных материалов наблюдений. В архиве первичных материалов наблюдений хранятся сейсмограммы сейсмических станций КФ ГС РАН с регистрацией на фотобумагу с 1961 г. по август 2006 г., данные радиотелеметрических сетей с 1996 г., данные широкополосных цифровых станций, а также волновые формы землетрясений. В состав архива входят сейсмограммы региональных стационарных и временных сейсмических станций с 1961г. по 2006г.; обзорные суточные сейсмограммы 1996 - 2012 гг.; сейсмограммы опорной станции "Петропавловск" с 1951 г. по настоящее время; цифровые сейсмограммы данных телеметрических сетей "Петропавловск", "Ключи" и "Козыревск" с января 1996г. по ноябрь 2012г. на CD-дисках; цифровые сейсмограммы широкополосной сейсмической станции "Петропавловск" с сентября 1993 г. по настоящее время; волновые формы землетрясений Камчатки, Командорских островов, Северных Курил и Северо-Западной окраины Тихого океана по данным РТСС, широкополосных цифровых станций "Петропавловск", "Каменское", "Карымшина" с декабря 2000г. по октябрь 2007г.; данные цифровой станции "Карымшина" с апреля 2001г. по апрель 2009г.; данные цифровых станций Магаданского филиала ГС РАН с апреля 2006г.; данные цифровой станции IRIS с сентября 1993 по 2002г.; магнитооптические диски с цифровой сейсмостанции "Каменское" с 1994 по 1998 гг.; бюллетени стационарных сейсмических станций и др.

Сводка макросейсмических сведений по землетрясениям Камчатки (доинструментальный и ранний инструментальный период наблюдений). Содержит сведения о макросейсмических проявлениях землетрясений на территории Камчатки и прилегающих областей за период с 1698 по 1961 гг. и представляет собой книгу, в которой в хронологическом порядке представлены материалы из двух основных источников, содержащих данные о землетрясениях региона: «Предварительный отчет по определению сейсмической опасности района расположения проектируемой Кроноцкой ГЭС», выполненный в 1968 г., авторы С.А. Федотов, А.А. Годзиковская, Ф.А. Кириллов (использованы сведения за 1698-1959 гг.) и карточный каталог, хранящийся в ИФЗ РАН (содержит сведения за 1742-1951 гг.). Приведена информация о наличии параметрических строк, относящихся к рассмотренным землетрясениям. ИР опубликован в [10].

Каталог макросейсмических описаний землетрясений Камчатского региона за доинструментальный период наблюдений. ИР содержит сведения о макросейсмических проявлениях 37 землетрясений на территории Камчатки и прилегающих областей за период с 1737 по 1899 гг. В хронологическом порядке приведены макросейсмические описания землетрясений, параметры которых представлены в каталогах двух публикаций: «Новый каталог сильнейших землетрясений СССР с древнейших времен до 1975 г.», 1977, и монографии «Сейсмическое районирование», 1968. Источником информации при сборе макросейсмических данных служила историческая, краеведческая, научная литература, периодические издания, архивные материалы и т.п. Интенсивность сотрясений в пунктах определена в соответствии со шкалой MSK-64. Каталог опубликован в [1].

ГИС «Петропавловский-геодинамический полигон» [6]. ГИС создана на базе ArcGIS и решает задачу предоставления данных о конфигурации наблюдательной сети, характеристиках отдельных станций, геологических, тектонических и сейсмических условиях. Включает в себя набор тем, в т. ч. топографическую основу, гидрографию и др. Содержит базу геоданных, содержащую информацию об отображаемых объектах (название, координаты и дополнительную информацию, представленную в таблицах).

Сайт КФ ГС РАН. Сайт Камчатского филиала ГС РАН <http://www.emsd.ru/> начал функционировать в сентябре 2001 года. Сайт работает на web сервере Apache, используется язык программирования PHP, данные хранятся в базе данных созданной под управлением СУБД MySQL. На страницах сайта отражена деятельность подразделений КФ ГС РАН: задачи и направления исследований, основные результаты исследований, участие в научных проектах, состав подразделения, публикации, фотоматериалы. Для обеспечения дистанционного доступа к

ИР на сайте КФ ГС РАН организован доступ к информации о сейсмичности Камчатки, оперативному и окончательному каталогам землетрясений, каталогу службы срочных донесений, фактографической базе данных «Активность вулканов Камчатки», информационно-вычислительной системе «Землетрясения Камчатки», к результатам оперативного мониторинга сейсмической активности Дальнего Востока России, материалам видеонаблюдений за вулканами Ключевской, Шивелуч, Безымянный, Корякский, Авачинский, Кизимен, Плоский Толбачик. На сайте в разделе «Публикации» в формате PDF-файлов выложены материалы научных конференций, проведенных КФ ГС РАН в 2006-2011 гг., сборники научных статей, информация об основных публикациях. По состоянию на 2012 год сайт КФ ГС РАН содержит более 200 страниц, более 1000 рисунков, иллюстраций и фотографий, более 200 файлов в формате PDF. В среднем за месяц сайт посещают 1000 человек.

Опыт КФ ГС РАН по инвентаризации и систематизации информационных ресурсов положительно оценен и принят на вооружение в ГС РАН. В 2013-2014 гг. всем подразделениям ГС РАН предписано провести аналогичную работу: составить текстовые описания имеющихся баз данных и архивов информации, подготовить таблицы с заданным набором информативных элементов, обеспечить государственную регистрацию наиболее важных информационных ресурсов.

Список литературы

1. Годзиковская А.А. Каталог макросейсмических описаний землетрясений Камчатки за доинструментальный период наблюдений (XVII–XIX вв.). Обнинск: ГС РАН, 2009. – 128 с.
2. Гордеев Е.И., Чебров В.Н., Левина В.И., Бахтиярова Г.М., Сеньюков С.Л., Пантюхин Е.А. Банк сейсмологических данных Камчатки // Открытое образование. 2008. №4. С. 16-22.
3. Гордеев Е.И., Чебров В.Н., Сеньюков С.Л., Гирина О.А., Бахтиярова Г.М., Казанцев В.А. Информационные ресурсы для вулканологических исследований на Камчатке // Открытое образование. 2010. № 5 (82). С. 73-82.
4. Гусев А.А. Определение гипоцентров близких землетрясений Камчатки на ЭВМ // Вулканология и сейсмология. 1979. № 1. С. 74–81.
5. Дрознин Д.В., Дрознина С.Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // Сейсмические приборы. 2010. Т. 46. № 3. С. 22-34.
6. Иванов В.Ю., Касимов В.А. Создание макета ГИС-проекта «Петропавловский геодинамический полигон» для информационного обеспечения системы комплексных геофизических наблюдений // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009. № 1. Вып. 13. С. 231-236.
7. Копылова Г.Н., Латыпов Е.Р., Пантюхин Е.А. Информационная система «Полигон»: комплекс программных средств для сбора, хранения и обработки данных геофизических наблюдений // Проблемы сейсмологии III-го тысячелетия. Матер. междунар. геофиз. конф. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. С. 393–399.
8. Мельников Ю.Ю. Пакет программ для определения координат гипоцентров землетрясений Камчатки на ЭВМ // Вулканология и сейсмология. 1990. № 5. С. 103-112.
9. Салтыков В.А. Статистическая оценка уровня сейсмичности: методика и результаты применения на примере Камчатки // Вулканология и сейсмология. 2011. №2. С.53-59.
10. Сводка макросейсмических сведений по землетрясениям Камчатки (доинструментальный и ранний инструментальный периоды наблюдений). Составитель А.А. Годзиковская. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2010. 134 с.
11. Чебров В.Н., Бахтиярова Г.М., Дрознин Д.В., Дубровский Н.И., Кугаенко Ю.А., Левина В.И., Пантюхин Е.А., Сеньюков С.Л., Сергеев В.А. Информационные ресурсы Камчатского филиала Геофизической службы РАН в Internet // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Труды II научно-технической конференции. Петропавловск-Камчатский. 11-17 октября 2009 г. Петропавловск Камчатский: ГС РАН, 2010. С. 302-305.