

СИСТЕМА СБОРА, ОБРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ И РЕЗУЛЬТАТОВ ИХ ОБРАБОТКИ В СП СПЦ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, АЛГОРИТМЫ И ПО.

Чебров В.Н., Дроздин Д.В., Сергеев В.А., Пантюхин Е.А.

Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский.

Введение

Сейсмическая подсистема Службы предупреждения о цунами (СП СПЦ) включает в себя: сеть специализированных сейсмических станций; информационно-обрабатывающие центры (ИОЦ) Геофизической службы РАН; системы связи для передачи сейсмических данных и результатов их обработки; оконечные устройства системы оповещения об угрозе цунами. Для повышения надежности и достоверности принимаемых решений о возможности цунами дополнительно привлекаются станции глобальной сети IRIS, расположенные в пунктах Якутск, Тикси, Билибино, Магадан, Адак (Алеутские о-ва, США), Мацуширо (Япония), Инхон (Южная Корея), цифровые и радиотелеметрические станции региональных сетей ГС РАН. Концепция создания СП СПЦ подробно изложена в [1, 2].

Система сбора, обработки (контроля), хранения и представления данных и результатов их обработки СП СПЦ включает в себя: коммуникационную подсистему (каналы связи-передачи данных, протоколы передачи данных, ПО); подсистему обработки сейсмических сигналов, оснащенную специализированным ПО; подсистему архивизации данных и результатов их обработки с техническими и программными средствами контроля системы сбора, предоставления и отображения данных и результатов их обработки (сервер системы, форматы данных, регламенты доступа, ПО).

Основные задачи системы сбора и обработки данных в СП СПЦ:

- параллельное и независимое обеспечение всех ИОЦ ГС РАН в СП СПЦ на Дальнем Востоке РФ непрерывными данными регистрации сейсмических сигналов на специализированных станциях сети СП СПЦ и всех других привлеченных к обработке сейсмических станциях IRIS и ГС РАН в режиме реального времени;
- преобразование разнородных данных к унифицированному формату с организацией их хранения на глубину не менее 30 суток и множественного доступа для обеспечения параллельных процессов их анализа в режиме реального времени и в отложенном режиме;
- организация автоматического и автоматизированного контроля состояния сейсмометрических каналов специализированных сейсмических станций, качества регистрации сейсмических сигналов, состояния каналов передачи данных;
- организация и обеспечение обработки сейсмических сигналов в автоматическом и автоматизированном режимах с целью быстрой оценки параметров сильных землетрясений на акватории Тихого океана, включая Японское, Охотское, Берингово моря, по одной станции, по локальной группе станций, по сети станций и оценки их цунамигенности;
- информационное обеспечение оператора ИОЦ при принятии решения о возможности цунами;
- формирование в согласованных с Росгидрометом форматах и передача сигналов предупреждения о цунами на локальном, региональном и федеральном уровне по схемам оповещения СПЦ;
- отображение данных о специализированных сейсмических станциях, результатов контроля работы системы сбора, сейсмических сигналов, результатов обработки землетрясений через Web формы;
- обеспечение передачи результатов обработки сейсмологических данных (параметры очагов землетрясений) в центры СПЦ на региональном и федеральном уровнях;
- обмен данными наблюдений и результатами их обработки с российскими и международными сейсмологическими центрами и центрами предупреждения о цунами;
- обеспечение данными сейсмологических наблюдений НИР по развитию научно-методического и информационного обеспечения СПЦ и фундаментальных исследований в области наук о Земле.

Коммуникационная подсистема

Сеть сбора данных СП СПЦ реализована на спутниковых (VSAT) каналах связи, на выделенных ресурсах Internet через оптические и DSL каналы, специализированных радио Ethernet сетях технологической связи диапазона 5,3ГГц (рис. 1). Сеть сбора данных в 2009 г. объединяет специализированные сейсмические станции СП СПЦ (опорные «Усть-Камчатск» (KBG), «Петропавловск» (PET), «Северо-Курильск» (SKR), «Южно-Сахалинск» (YSS) и вспомогательные «Тиличики» (TIL), «Никольское» (BKI), «Владивосток» (MSH), «Оха» (OKH), «Малокурильское» (SHO)), локальные группы станций расположенных в зоне каждой опорной станции и два информационно-обрабатывающих центра Геофизической службы РАН в городах Петропавловск-Камчатский и Южно-Сахалинск. Данные станций мировой сети IRIS (MIDW, ADK, INCN, MAJO, TIXI, YAK и др.) доступны через сеть LISS серверов по каналам Internet. Трафик по информационно обрабатывающим центрам: входящий до 60 Гбайт/месяц; исходящий до 50 Гбайт/месяц.

ПО сервера сбора данных - Unix совместимая операционная система FreeBSD. Аппаратная платформа - IBM совместимые компьютеры специального исполнения. ОС FreeBSD стабильная серверная операционная система с классическим TCP/IP стеком. FreeBSD имеет в поставке весь набор необходимых для решения задачи сетевых служб. В случае необходимости, отсутствующие сетевые службы могут быть легко установлены дополнительно.

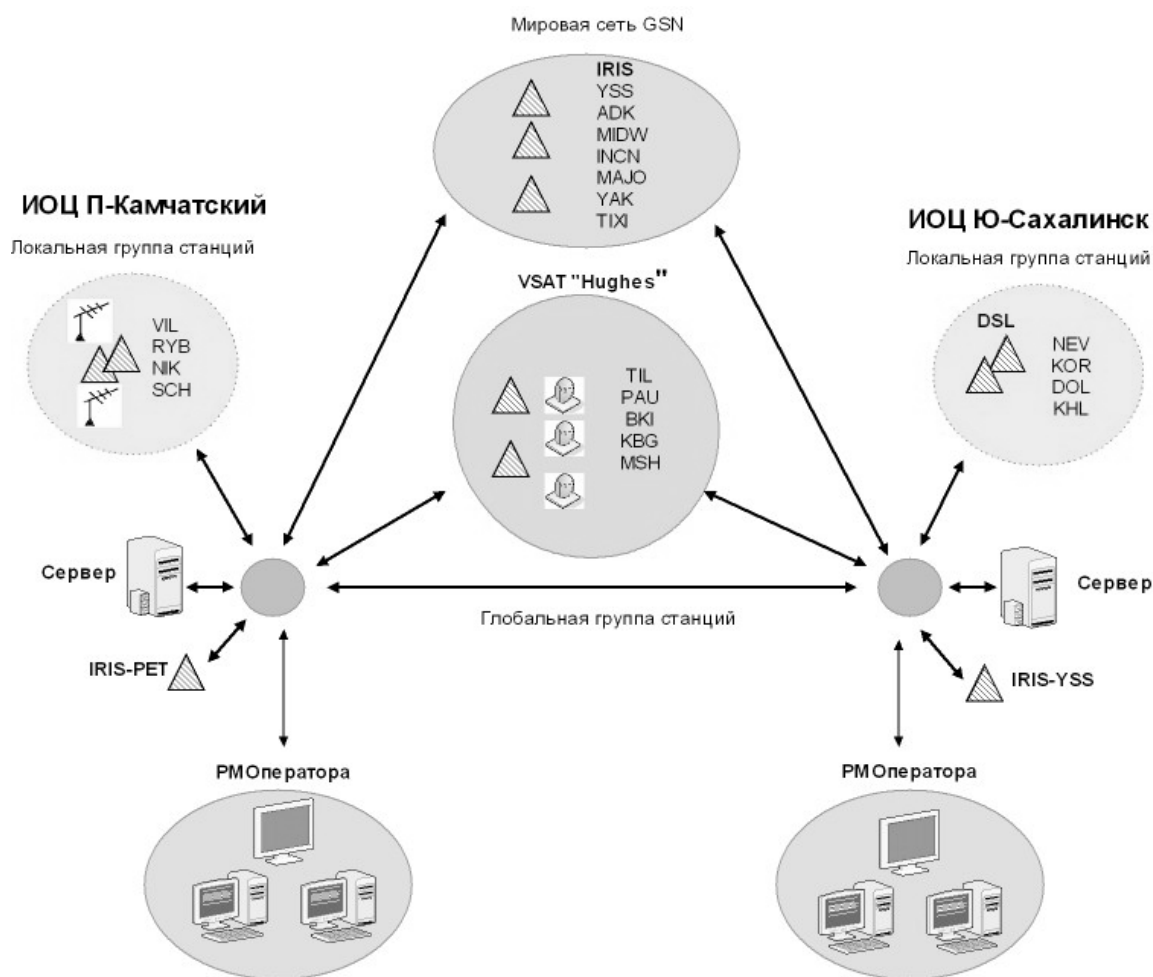


Рис1. Структура сети сейсмологических наблюдений.

Подсистема архивизации данных и результатов их обработки

Сервер сбора, организованный на специализированной IBM совместимой серверной платформе под ОС FreeBSD, производит установку TCP/IP соединения с регистраторами данных на специализированных станциях СП СПЦ, прием пакетов данных в формате регистратора, преобразование данных в формат MiniSeed и создание кольцевых буферов данных по каждой станции на дисковых массивах (Рис 2). Размер кольцевого буфера для каждой станции составляет 10 Гбайт – что позволяет хранить данные за последние 150-200 дней. Доступ к данным с удаленных или

локальных систем также осуществляется по сокетам TCP/IP и производится по технологии клиент-сервер в двух режимах. 1) Режим непрерывной передачи реального времени. 2) Режим доступа к кольцевым буферам данных по запросу. В первом случае удаленный компьютер (клиент) инициирует TCP/IP соединение с сервером на определенном порту, и сервер начинает непрерывную передачу MiniSeed пакетов на клиента. Во втором случае клиент инициирует соединение с сервером и передает серверу строку запроса, содержащую начало интересующего временного интервала, его продолжительность и маску интересующих каналов. В ответ на запрос сервер производит сканирование кольцевых буферов, поиск блоков данных удовлетворяющих критерию выборки и передачу их на компьютер клиента. Следует отметить также, что сервер сбора может быть сконфигурирован в качестве сервера и клиента одновременно, что позволяет формировать кольцевые буфера непрерывных данных не только с локальных регистраторов, но и аналогичных удаленных систем сбора данных. Эта технология широко используется в Глобальной Сети Сейсмических Станций (GSN) – и известна под названием LISS (Live Internet Seismic Server) и позволяет организовать различные цепочки передачи данных в сети Интернет. На сервере также производится контроль состояния текущих каналов связи и потоков данных с отображением на Web сервере. Для контроля непрерывных сейсмических данных в текущем режиме создан экран реального времени (Дисплей реального времени («ДРВ»)).

Для контроля сейсмометрических каналов сейсмических станций, оснащенных регистраторами GSR-24 (GeoSIG), применяется программа GeoDAS (GeoSIG), использующая графический интерфейс Microsoft Windows. Программа GeoDAS включает в себя средства конфигурирования и контроля работы регистраторов GSR-24, управления процессами локальной записи, пересылки файлов между компьютером управления и регистрирующей системой.

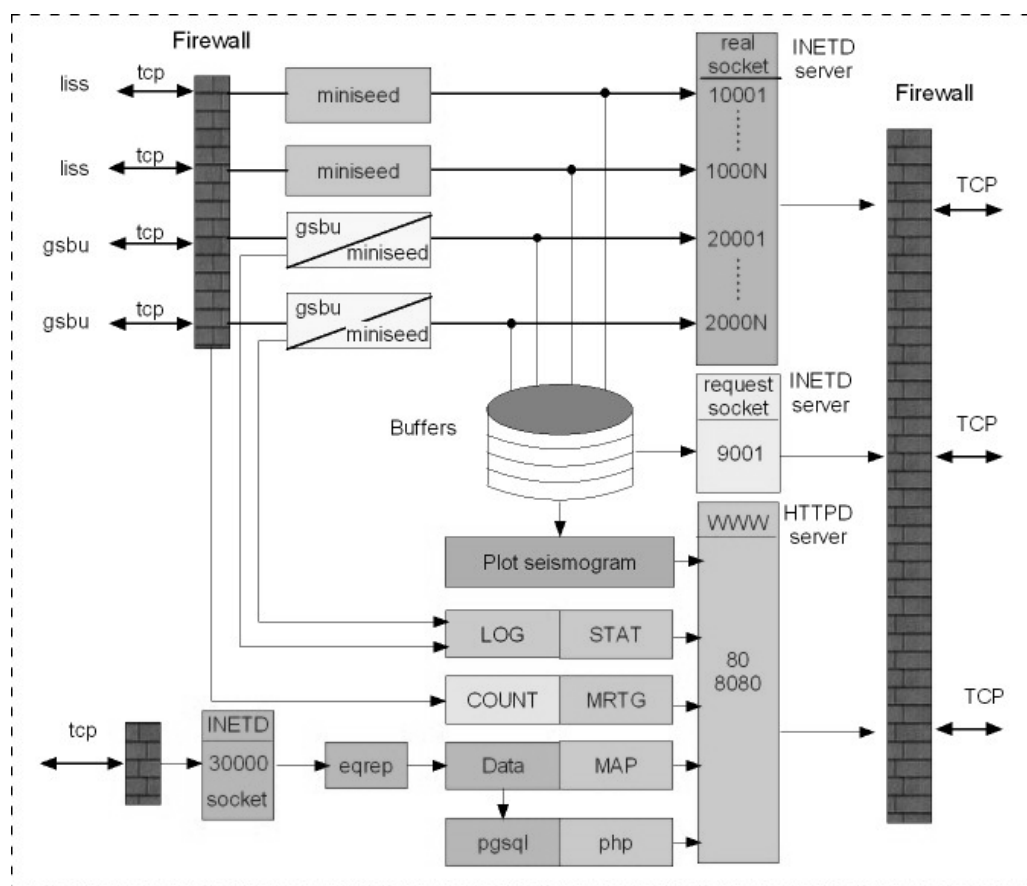


Рис. 2. Сервер сбора данных

Для доступа к данным на сервере открыты TCP сокет, через которые одновременно могут обслуживаться десятки соединений. Не смотря на большую глубину кольцевых буферов (до 200 суток) и постоянный оперативный доступ к ним, каждый день производится архивация данных на специализированном архивном сервере. Для глобального управления доступом к серверу используется пакетный фильтр (firewall). Программа сбора и архивации данных, поступающих с регистраторов, осуществляет анализ пакетов данных поступающих по каналам связи и производит

запись информации о состоянии систем сбора в SYSLOG файлы – и обеспечивает стандартный Web интерфейс для их просмотра на удаленных компьютерах. Визуальный мониторинг качества сейсмометрических каналов можно осуществить через Web интерфейс путем просмотра 4-х часовых сейсмограмм по любой из станций.

Подсистема обработки сейсмических сигналов

Технические средства: локальная вычислительная сеть ИОЦ, автоматизированные рабочие места операторов на базе IBM совместимых персональных компьютеров. Пакет программ обработки сейсмических данных СП СПЦ, разработанный в КФ ГС РАН, включает в себя: программу «Дисплей Реального Времени» (ДРВ); интерактивную программу обработки сейсмических сигналов DIMAS; программу «БЛИЦ» предварительной оценки параметров сильного землетрясения на уровне ИОЦ в автоматическом режиме (Д.В. Чебров, А.А. Гусев, наст. сборник). Программа ДРВ является клиентом сервера сбора данных и предназначена для отображения потоков сейсмических данных в реальном времени на дисплеи монитора, оповещения дежурного оператора звуковым сигналом по превышению заданного порога, записи текущих данных в локальный кольцевой буфер и их быстрой загрузки в программу интерактивной обработки.

Первичный анализ и контроль данных производится на компьютере пользователя в интерактивном режиме программы DIMAS) (Рис. 3). Для этого пользователь запрашивает интересующий временной интервал и производится загрузка данных из кольцевых буферов системы сбора на компьютер пользователя в виде файла. Этот файл загружается в программу обработки и подвергается цифровой фильтрации в спектральной и временной области. С помощью программы DIMAS могут осуществляться следующие виды контроля СП СПЦ: работа службы времени; оценка характерных параметров сейсмических шумов; сопоставление спектров сигналов на пунктах и др. Разработанное в КФ ГС РАН программное обеспечение обеспечивает сбор данных с выносных пунктов регистрации сейсмических сигналов, контроль и первичный анализ сейсмических данных.

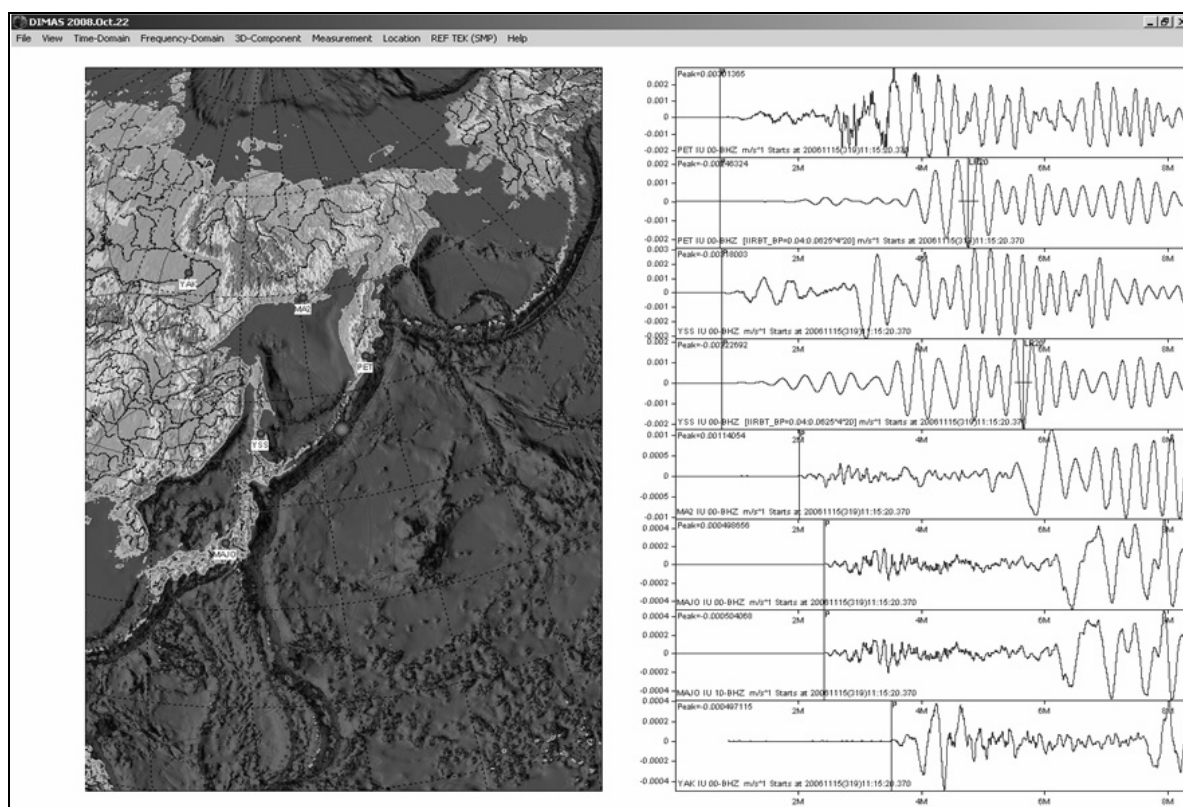


Рис 3. Интерактивная обработка землетрясения в программе DIMAS.

Представление данных и результатов их обработки

Для хранения результатов обработки создана база данных под управлением СУБД PostgreSQL. В базу данных обеспечивается прием срочных донесений поступающих с удаленных рабочих мест и доступа к ним через Web интерфейс для удаленных пользователей (Рис. 4).

Зайдя на web страницу, пользователь имеет возможность сделать выборку результатов обработки землетрясений по различным критериям (координаты, глубина, класс, магнитуда и другие). Также имеется возможность построения карт, как обычных, так и интерактивных, на которых можно выбрать мышкой интересующее землетрясение и просмотреть детально результаты обработки.

Одна из частей WEB интерфейса обеспечивает работу монитора землетрясений в реальном времени. В оперативном режиме на мониторе, расположенном в корпусе КФ ГС РАН, отображаются данные о сейсмичности за текущие сутки, за последнюю неделю для землетрясений с магнитудой более 6 (с энергетическим классом более 13.5) и за последний год с магнитудой более 7. На картах отмечены сейсмостанции, данные с которых используются для обработки. Отображаются регионы: Дальний Восток, Камчатка, Северная и Авачинская группы вулканов с различной степенью детализации.

С помощью WEB интерфейса, в тестовом варианте, реализована возможность экспорта в формат KML, используемый в ГИС, например, в программе «Google Планета Земля», для визуализации данных на подробных картах с возможностью в интерактивном режиме посмотреть детальные параметры землетрясения.

Фильтрация данных:

Интервал времени:
 С 2010 . 03 . 07 . 0 : 0 : 00 по 2010 . 03 . 08 . 23 : 59 : 00
В базе с 2010.01.01 00:03:00 по 2010.03.08 22:01:00

<input type="checkbox"/> Выбрать: Широта (градусы): от -90 до 90 Долгота (градусы): от -180 до 180 Любые	<input type="checkbox"/> Выбрать: Широта (градусы): 53.066483 Долгота (градусы): 158.606894 Радиус (Км): 500
<input type="checkbox"/> Выбрать: Глубина (Километры): от 0 до 999	<input type="checkbox"/> Выбрать: Класс/Магнитуда К% : от 0.0 до 19.9 <input type="checkbox"/> Или: Класс/Магнитуда М% : от 0.0 до 19.9
<input type="checkbox"/> Выбрать: Оператор [*]	<input type="checkbox"/> Выбрать: Годограф lavacha

Текстовые файлы:

Интерактивные карты:

Графические карты за последний год: [Карта мира](#) | [Дальний восток](#) | [Камчатка](#) | [Авача](#) | [Ключи](#)
 Автоматически обновляемая карта за последние сутки

[Авачинская группа вулканов](#) | [Северная группа вулканов](#)
 Сейсмологические станции для Google "Планета земля"

Рис. 3 Форма запроса к базе данных.

Выводы

Созданная для СП СПЦ в КФ ГС РАН система сбора, обработки (контроля), хранения и представления данных и результатов их обработки обеспечивает выполнение задач НИОКР в рамках ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года».

В режиме опытной эксплуатации с ноября 2008 г. по ноябрь 2009 г. в созданной системе в режиме реального времени обработано более 350 землетрясений Дальнего Востока России и мира с магнитуды более 4.0.

Список литературы

1. Чебров В.Н. Развитие системы сейсмологических наблюдений для целей предупреждения о цунами на Дальнем Востоке России. // Вестник КРАУНЦ. Серия Науки о Земле. 2007. №1. Вып. №9. С. 27-36.
2. Чебров В.Н., Гусев А.А., В.К. Гусяков В.К., Мишаткин В.Н., Поплавский А.А. Концепция развития системы сейсмологических наблюдений для целей предупреждения о цунами на Дальнем Востоке России. // Сейсмические приборы. 2009. Т.45. № 4