

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ СТАНЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Приводятся методики разработки и создание региональной станции электромагнитного мониторинга землетрясений, обоснование необходимости ее развертывания в г. Магадан. Описываются аппаратные комплексы, входящие в состав региональной станции, приведена общая блок-схема ее аппаратного обеспечения. Рассматриваются проблемы, возникающие при разработке и развертывании региональной станции сейсмоэлектромагнитного мониторинга.

Ключевые слова: сейсмоэлектромагнитный мониторинг; региональная станция; аналого-цифровой преобразователь; антенный блок; регистрирующий комплекс.

В СВКНИИ ДВО РАН созданы аппаратные и антенные комплексы, развернута и запущена в рабочий режим региональная сеть станций сейсмоэлектромагнитного мониторинга (СЭМ) в западном регионе Магаданской области (п.п. Стекольный, Омчак и Сеймчан). Работы велись с 2000 г., за этот период были проведены лабораторные эксперименты, созданы аппаратные комплексы, разработано специализированное программное обеспечение, выполнены полевые опытно-методические работы. В мае 2003 г. начато развертывание станций сейсмоэлектромагнитного мониторинга, выполнены их настройка, тестирование и в течение 2004-2010 г.г. региональная сеть регистрации электромагнитного излучения сейсмогенного характера в ОНЧ диапазоне работает в штатном режиме круглосуточного мониторинга землетрясений. Однако в процессе эксплуатации выявилось, что наличие в региональной сети трех СЭМ-станций недостаточно. Это обуславливается следующим: во первых в последние годы происходит резкое увеличение сейсмической активности в непосредственной близости от г. Магадана. В течение последних шести-семи лет произошел ряд крупных ($K \geq 11,0$) и ощущаемых в городе землетрясений: 7.01.2003, 29.12.2003, 3.11.2004, 17.04.2005, 12.12.2005, 28.05.2006, 27.12.2009, 4.07.2010. Однако эпицентры большей части этих землетрясений расположены за пределом "радиуса захвата" ближайшей СЭМ-станции "Стекольный" ($R_{\text{захвата}} \leq 100$ км). Поэтому возникла необходимость создания аппаратных комплексов и развертывания региональной станции сейсмоэлектромагнитного мониторинга землетрясений непосредственно в г. Магадане. Во вторых, создание и развертывание четвертой СЭМ-станции должно повысить результативность работы всей региональной сети электромагнитного контроля за землетрясениями на территории Магаданской области. На основе вышеизложенного, в 2010 г. при финансовой поддержке Департамента природных ресурсов администрации Магаданской области была начата разработка четвертой СЭМ-станции "Магадан".

В процессе подготовки к разработке СЭМ-станции "Магадан" были проанализированы 3 варианта создания станции: А) Унифициро-

ванный вариант с другими СЭМ-станциями; Б) На основе более стабильного варианта приемника с установкой аналого-цифрового преобразователя АЦП E14-140 в антенном блоке и связи с АЦП через кабель удлинитель USB 1.1 длиной 30 м; В) На основе принципиально нового АЦП E20-10 с установкой в антенном блоке и связью по кабелю USB 2 длиной 20 м. После анализа и опробования всех вариантов было начато создание СЭМ-станции по варианту В. Для использования в регистрирующем комплексе был выбран сверхминиатюрный ноутбук на двухъядерном процессоре Atom. В конце 2009 г. подобный ноутбук был установлен на СЭМ-станции "Сеймчан", и эксплуатация такого комплекса показала, что практически отсутствуют потери данных с АЦП, которые часто наблюдались при использовании одноядерных процессоров.

С июня 2010 г. были начаты полномасштабные работы по созданию четвертой станции электромагнитного мониторинга землетрясений "Магадан", которые включали в себя: разработку отладочного макета; опробование его в различных режимах; создание рабочего варианта аппаратного комплекса, кабельных и антенных систем, блока автономного питания; монтаж и развертывание всей СЭМ-станции.

Региональная станция сейсмоэлектромагнитного мониторинга "Магадан" состоит из антенного блока, кабельной системы, регистрирующего блока и системы автономного питания, общая блок-схема СЭМ-станции представлена на рис.1. Аппаратурный комплекс СЭМ-станции "Магадан" включает в себя блок приемника, установленный на мачте 6 м, ноутбук Acer Esprimo One с 2х ядерным процессором Atom и экраном 10 дюймов, внешний диск 2 Тб, GPS приемник с антенной, блок стабилизаторов напряжения, блок формирования сигналов синхронизации, аккумуляторный блок, зарядное устройство и блок управления подогревом.

В блоке приемника установлена плата приемника с полосой приема 8-60 кГц, АЦП E20-10, формирователь фронтов синхронимпульсов на микросхеме 74НС00, резисторы системы подогрева и термодатчик. Приемник включает в себя антенный усилитель с защитными транзис-

торами на входе, полосовой фильтр 8-60 кГц и основной усилитель на микросхеме AD797. Сигнал с выхода усилителя подается на 1й канал АЦП E20-10. АЦП через 20 м кабель удлинитель подсоединен к ноутбуку. На 2-4й каналы подается переформированный сигнал 1 PPS с GPS приемника по коаксиальному кабелю. Также по коаксиальному кабелю подается сигнал внешнего запуска АЦП с частотой 1 МГц. По отдельным проводам на приемник подается питание АЦП и приемника. С блока приемника также снимается сигнал термодатчика и подается питание на резисторы подогрева.

Блок формирования сигналов синхронизации включает термостатируемый кварцевый генератор "Гиацинт" и собственно саму плату формирования. В этой плате производит формирование высокосимметричного сигнала запуска АЦП с частотой 1 МГц на основе сигнала 5 МГц с кварцевого генератора и видоизмененного сигнала 1 PPS с GPS приемника. Импульсы 1 PPS подаются на АЦП в виде последовательности с частотой 1 Гц и длительность 1 мс кроме импульса в начале минуты. Этот импульс формируется по началу импульса 1-й сек и сбрасывается по началу импульса 2-й сек. Импульсы запуска и меток подаются на согласованные коаксиальные кабели через эмиттерные повторители на транзисторах KT939. Схема платы формирования дорабатывается.

В блоке стабилизаторов формируются напряжения 19 вольт (В) для питания ноутбука, а также 12В и 5В для питания внешнего диска. Напряжение 12В используется и для питания АЦП. Аккумуляторный блок включает в себя 4 пары аккумуляторов по 12В, платы с коммутирующими реле и плату формирования сигналов переключения каждые 30 мин. Зарядное устройство состоит из трансформатора и диодного моста, на аккумуляторы подается напряжение ~13.5В.

Блок управления подогревом состоит из развязывающего трансформатора 1:1, выпрямительного диодного моста, регулирующих транзисторов и платы управления, построенной на принципе непрерывного регулирования. Этот принцип использовался и в первых вариантах других СЭМ-станций региональной сети, но блок регулирования устанавливался непосредственно в корпусе антенного блока. Ввиду того, что было недопустимо использовать прямой гальванический контакт между радиатором регулирующего транзистора и корпусом, этот транзистор в период межсезонных внешних температур оказывался в жестком тепловом режиме, что, в конце концов, приводило к его выходу из строя. В конструкции СЭМ-станции "Магадан", когда расстояние до антенного блока ограничено USB-2 кабелем-удлинителем 20 м, оказалось возможным вынести регулирующий транзистор в пункт регистрации и установить его на массивный радиатор.

Работы по монтажу и развертыванию СЭМ-станции "Магадан" проводились в ноябре 2010 г. Регистрирующий комплекс размещен в бункере Магаданской сейсмостанции Магаданского филиала Геофизической службы РАН (Нагаевская сопка), а блок приемника установлен на антенне, пристыкованной к уже имевшейся массивной мачте. К бункеру также прикреплен мачта, где установлена синхронизирующая мачта с антенной GPS и USB модем сети Мегафон. В процессе настройки аппаратного комплекса СЭМ-станции "Магадан" выбиралось усиление приемника. Сначала усиление было увеличено, но в месте размещения бункера обнаружилась помеха неизвестного происхождения. Поэтому пришлось снизить усиление до прежнего значения. Также потребовались дополнительные разработки для подключения СЭМ-станции к Интернету через сеть Мегафон с целью удаленного доступа к регистрирующему комплексу.

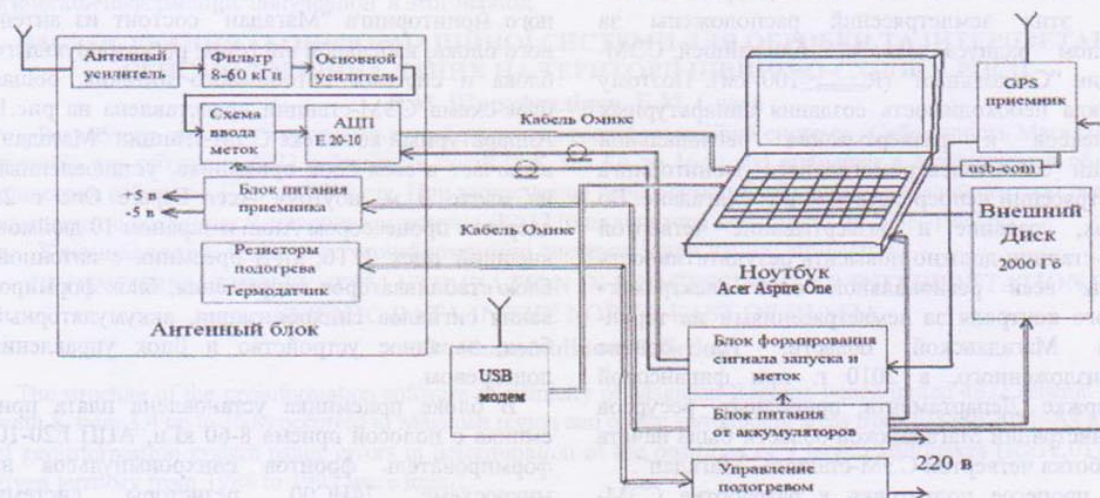


Рис.1. Блок-схема региональной станции сейсмоэлектромагнитного мониторинга

В процессе создания СЭМ-станции “Магадан” были сформированы методики создания региональной СЭМ-станции, разработаны антенные и аппаратные комплексы, произведено развертывание станции на Нагаевской сопки, ее тестирование, настройка и ввод с декабря 2010 г. в режим штатной круглосуточной регистрации в качестве четвертой СЭМ-станции региональной сети электромагнитного мониторинга землетрясений

на территории Магаданской области. Развертывание и запуск в штатный режим регистрации СЭМ-станции “Магадан” резко увеличило (на 100 км в южном направлении) “зону захвата” региональной сети станций сейсмoeлектромагнитного мониторинга и полностью “прикрыло” г. Магадан (как основной транспортный узел области) с точки зрения системного сейсмoeлектромагнитного контроля за землетрясениями.

РОЗРОБКА ТА СТВОРЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО МОНІТОРИНГУ ЗЕМЛЕТРУСІВ

В.М. Шарафутдінов, Б.М. Седов

Наводяться методики розробки та створення регіональної станції електромагнітного моніторингу землетрусів, обґрунтування необхідності її розгортання в м. Магадан. Описуються апаратні комплекси, що входять до складу регіональної станції, наведена загальна блок-схема її апаратного забезпечення. Розглядаються проблеми, що виникають при розробці і розгортанні регіональної станції сейсмoeлектромагнітного моніторингу.

Ключові слова: сейсмoeлектромагнітний моніторинг, регіональна станція, аналого-цифровий перетворювач, антенний блок, реєструючий комплекс.

DEVELOPMENT AND CONSTRUCTING OF THE REGIONAL STATION OF EARTHQUAKE SEISMO-ELECTROMAGNETIC MONITORING

V. Sharafutdinov, B. Sedov

Methods of developing and constructing of the regional station of earthquake seismo-electromagnetic monitoring and necessity of its installation in Magadan are discussed. Equipment of the regional stations is described and its block diagram is presented. Problems occurred during developing and installing of the regional seismo-electromagnetic monitoring station are discussed.

Key words: seismo-electromagnetic monitoring; regional station; analog-digital converter; antenna assembly; recording system.

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан