

Опыт организации автоматического сбора, обработки и архивирования спутниковых данных в Восточно-Сибирском филиале ФГУП «ВНИИФТРИ»

© В. А. Емельянов, Г. И. Модестова

Восточно-Сибирский филиал ФГУП «ВНИИФТРИ», г. Иркутск, Россия

Дано описание процессов автоматического сбора спутниковых данных на полигоне Восточно-Сибирского филиала ФГУП «ВНИИФТРИ», их первичной обработки и организации структурированных по источнику данных и времени архивов данных.

Ключевые слова: данные приемников ГНСС, ПВЗ, всемирное время, архив данных, комплекс сбора и обработки, передача данных, RINEX, протокол FTP.

Введение

На территории астрогеодинамического полигона Восточно-Сибирского филиала ФГУП «ВНИИФТРИ» функционирует программно-аппаратный комплекс сбора, первичной обработки и передачи спутниковых данных нескольких стационарных приемников сигналов от спутников ГНСС [1]. Данные используются с целью оперативного получения ПВЗ [2] и в других прикладных задачах. Реализованный в работе комплекса сбор данных с различных устройств-источников и упорядочение данных в виде постоянно пополняемого архива является универсальным и может быть применен в различных типах измерительных комплексов, в том числе и мультиматричных, где требуется организация архива данных и его пополнение в режиме реального времени.

Механизм передачи данных с устройства-источника на компьютер сбора определяется индивидуальными особенностями каждого устройства и выходит за рамки данной статьи.

Программное обеспечение (ПО) обработки данных имеет два уровня функционирования: первичная обработка собранных данных и окончательная обработка данных перед размещением их в базе.

ПО обработки данных первого уровня каждого из устройств-источников данных установлено на соответствующем компьютере сбора под управлением операционной системы (ОС), как правило, это ОС семейства Windows. Программа обработки реализована в виде скриптов на языке свободно распространяемой программы-планировщика nncron и запускается планировщиком автоматически в определенное время в начале каждого часа. Логика, заложенная в скрипте, анализирует появление в папке сбора данных нового файла сырых данных, удовлетворяющего указанному в скрипте шаблону имени файла, минимальному размеру файла и времени его создания. В случае появления такого файла он архивируется (сжимается), располагается в структурированный по времени архив данных устройства и по протоколу FTP передается в папку данных соответствующего устройства на сервер-архиватор. Результат успешной отправки файла на сервер-архиватор или обрыв связи с сервером фиксируются в лог-файле. В последнем случае неотправленный файл будет включен в список отправки при запуске скрипта в начале следующего часа.

ПО обработки данных второго уровня каждого из устройств-источников данных функционирует на сервере-архиваторе под управлением ОС семейства Linux. Вторичная обработка реализована в виде скриптов на языке оболочки ОС, которые автоматически запускаются в определенное время в начале каждого часа с помощью программы-планировщика Cron, входящей в состав ОС. Скрипт анализирует появление в папке сбора данных нового файла сырых данных, удовлетворяющего указанному в скрипте шаблону имени файла и времени его создания. В случае появления такого файла он конвертируется в файл универсального общепринятого формата, которым является формат RINEX (Receiver INdependent EXchange format). Изменяется также имя файла в соответствии со стандартами, принятыми для файлов формата RINEX. Далее данные обоих типов (сырые данные и данные в формате RINEX) располагаются в соответствующий структурированный по времени архив данных устройства и, если это необходимо, по протоколу FTP передаются на сервер потребителя. Результат успешной отправки файла потребителю или сбой отправки в случае обрыва связи с сетью Интернет фиксируются в соответствующем лог-файле. В последнем случае неотправленный файл будет включен в список отправки при

следующем запуске скрипта отправки в течение текущего часа. При длительном отсутствии связи с сетью Интернет накапливается достаточно большое число неотправленных вовремя файлов, но при восстановлении связи весь накопленный массив файлов отправляется потребителю в течение короткого времени.

Обобщенная функциональная схема ПО обработки поступающих от устройства-источника данных представлена на рис. 1.

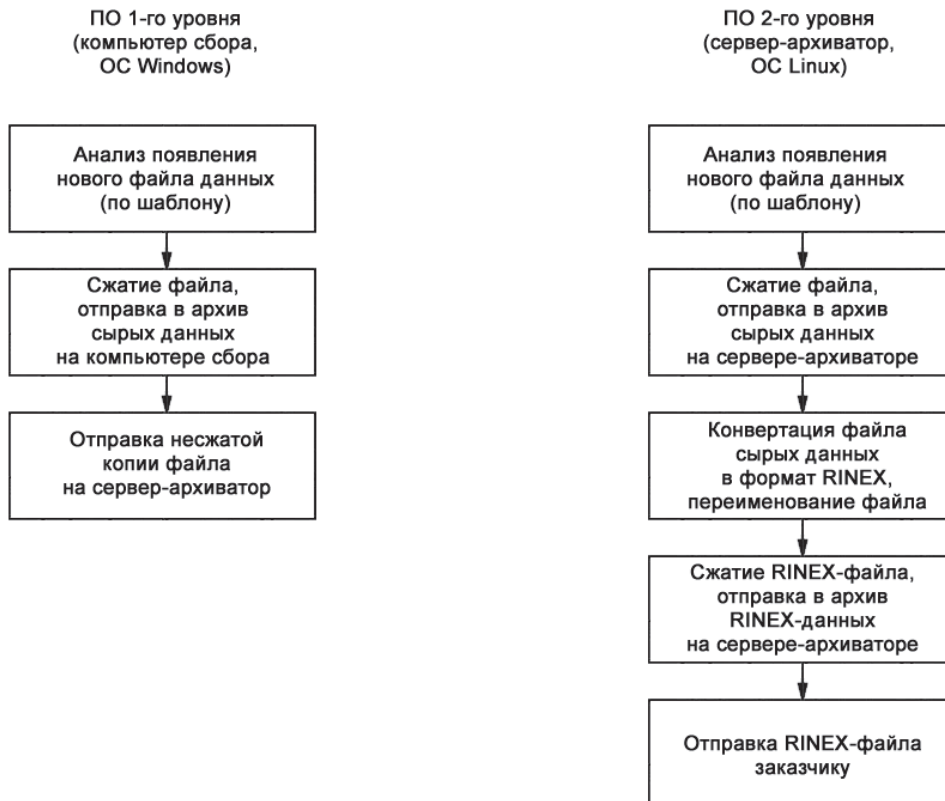


Рис. 1. Схема ПО обработки данных

Организация структуры архива данных выбирается исходя из удобства быстрого поиска и доступа к данным нужного устройства, типа и временного интервала. Архивы организованы по источникам данных. Внутри папки каждого источника создается архив для каждого типа данных (сырые данные, RINEX-файлы), каждый тип структурируется по времени (год, месяц, день).

Описанный процесс сбора данных и организации архива успешно реализован на территории астрогеодинамического полигона Восточно-Сибирского филиала ФГУП «ВНИИФТРИ» в работе программно-аппаратного комплекса сбора, первичной обработки и передачи потребителям данных различного типа.

В качестве устройств-источников данных в комплексе участвуют три приемника спутниковых данных, метеостанция и два измерителя разностей шкал приемников и опорного водородного генератора из состава эталона-копии.

В состав комплекса входят:

- двухчастотный 40-канальный приемник сигналов ГНСС марки Legasy-E GGD фирмы Topcon;

- два двухчастотных 216-канальных приемников сигналов ГНСС Sigma фирмы «Javad GNSS» (модели SigmaS-G3T) с серийными номерами 107 и 108;

- метеостанция Reinhardt MWS-5MV;

- компьютеры сбора и первичной обработки данных ГНСС-наблюдений;

- аппаратура обеспечения (два частотомера Agilent 53132A для получения разностей шкал приемников и опорного водородного генератора из состава эталона-копии, кабели передачи сигналов эталонных частот от аппаратуры эталона-копии к аппаратуре спутниковых измерений, буферные усилители-распределители сигналов эталонной частоты 5 МГц HPDA-15RM-E и сигналов эталонной частоты 1 Гц P5D-RM-B, коммуникационное обеспечение локальной сети, система энергообеспечения).

Схема комплекса приведена на рис. 2.

Основная часть аппаратуры располагается в отапливаемом помещении аппаратной, где поддерживаются комфортные для функционирования аппаратуры климатические условия. Антенны приемников установлены на фундаментальных геодинамических пилонах на расстоянии около 15–20 м от здания аппаратной. Опорный генератор эталона находится в главном здании филиала на расстоянии около 400 м от аппаратной. Передача сигналов эталонных частот от генератора к аппаратуре потребления осуществляется по коаксиальным кабелям длиной около 650 м, уложенным в траншее.

Сбор данных от спутниковой аппаратуры, метеостанции и частотомеров осуществляется на три компьютера сбора (рис. 2). Метеостанция,

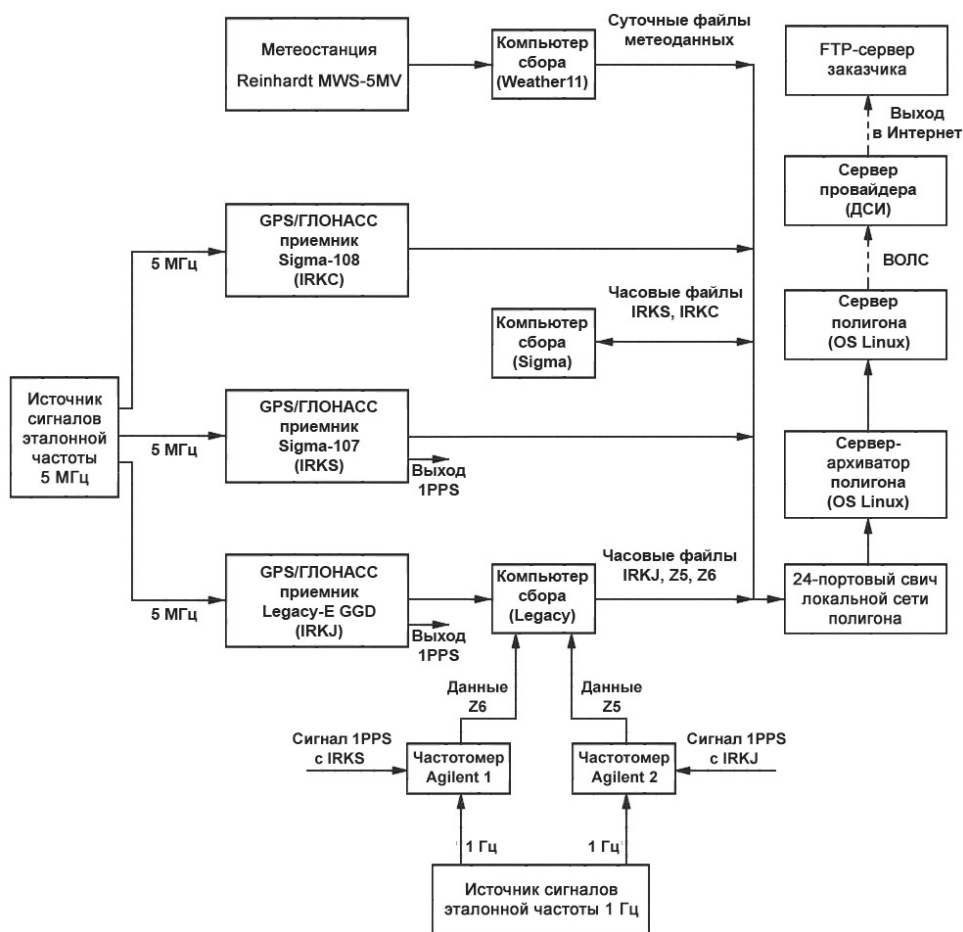


Рис. 2. Схема комплекса сбора, первичной обработки и передачи спутниковых данных

частотомеры и приемник Legacy-E GGD подключены по протоколу RS-232 непосредственно к последовательным портам компьютеров сбора. Два других приемника Sigma имеют возможность доступа из локальной сети по протоколу FTP к их внутренней памяти, где накапливаются собранные данные.

Применительно к действующему в Восточно-Сибирском филиале комплексу за сутки в архив добавляется в общей сложности 121 файл сырых данных (по 24 часовых файла от каждого из трех приемников, по 24 часовых файла от двух измерителей разностей шкал и один суточный файл метеоданных) и 265 файлов тех же данных в формате RINEX (по 72 часовых файла от каждого из трех приемников, по 24 ча-

совых файла от двух измерителей разностей шкал и один суточный файл метеоданных).

Локальная сеть объединяет технологические компьютеры сбора, два приемника Sigma и два сервера: сервер-архиватор, содержащий постоянно пополняемый архив собираемых данных, и сервер полигона, осуществляющий выход на локальную сеть института, а также обеспечивающий выделенное соединение с сетью Интернет через аппаратуру провайдера на скорости 100 МБит. Оба соединения осуществляются по оптоволоконной линии, проложенной между зданием аппаратной полигона и главным зданием филиала. Линия связи локальных сетей полигона и филиала является также резервной линией отправки данных потребителю. В случае обрыва связи по выделенному соединению полигона с сетью Интернет отправка данных может производиться через локальную сеть филиала, имеющую независимое соединение с сетью Интернет.

Для надежной работы в едином комплексе все компьютеры постоянно (раз в 2 минуты) синхронизируются со шкалой времени Интернет (Всемирное время).

Заключение

Работы по созданию комплекса сбора и обработки спутниковых данных были начаты в Восточно-Сибирском филиале ФГУП «ВНИИФТРИ» более 15 лет назад, но интенсивное развитие получили в течение последних пяти лет, в процессе модернизации и расширения парка приемников сигналов спутников и добавления лазерной установки малогабаритной модульной квантово-оптической системы в качестве источника для ведения базы данных результатов наблюдений.

Опыт эксплуатации программной части комплекса показал удобство в ведении архива данных и доступа к его данным. При добавлении в комплекс новых устройств-источников данных программное обеспечение легко наращивается путем добавления новых скриптов по сбору и обработке их данных. Поскольку исполняемые скрипты являются текстовыми файлами, ускоряется процесс их редактирования при обнаружении ошибок в работе, и отпадает необходимость в компиляции текстовых файлов для получения исполняемых файлов в бинарном коде. При этом необходимо тщательно подходить к планированию последовательности запуска скриптов и постоянной синхронизации компьютеров всего комплекса с единой для всех них шкалой времени (в качестве такой шкалы принята шкала Всемирного времени).

Литература

1. Пасынок С. Л., Кауфман М. Б. Оперативное определение значений ПВЗ ГСВЧ // Труды ИПА РАН. — Вып. 20. — СПб.: Наука, 2009. — С. 240–244.

2. Кауфман М. Б., Пасынок С. Л. Российская служба ПВЗ и направления ее развития // Труды ИПА РАН. — Вып. 13. — СПб.: Наука, 2005. — С. 200–206.

Experience in Collecting, Processing and Archiving Satellite Data Automatically in the East-Siberian Branch of VNIIFTRI

V. A. Emelyanov, G. I. Modestova

There is a hardware and software complex on the territory of the astrogeodynamic polygon of the East Siberian branch of VNIIFTRI which collects, primarily processes and transmits the satellite data from several stationary GNSS receivers. The data are used for the purposes of EOP computation and for other applications. The work of the system includes both collecting the data from various sources and structuring it in the form of a constantly updated archive. The mentioned hardware and software complex can be used universally in various types of measurement systems, including multi-platform systems, where the data archive is to be organized and updated in real time.

Keywords: GNSS receiver data, EOP, Universal Time, data archive, data acquisition and processing complex, data transfer, RINEX, FTP protocol.