

Система визуализации данных телеметрии спутника BSUSAT-1 в режиме реального времени

В. В. Ратомский, Д. В. Бобров, П. В. Петров, Н. Н. Кольчевский

Белорусский государственный университет, Минск, e-mail: kolchevsky@bsu.by

Одной из важных задач эксплуатации спутника является сбор, хранение и обработка его телеметрии. Система приема телеметрии является распределенной и требует участия радиолюбителей из разных стран мира. Для таких радиолюбителей создан единый сервер и система оперативной онлайн обработки телеметрии на сайтах bsusat.com и satellite.by.

Ключевые слова: телеметрия, спутник BSUSAT-1, CubeSat

С 2018 г. БГУ успешно эксплуатирует первый студенческий спутник CubeBel-1 и BSUSat-1, и, в настоящее время проектирует спутник в большем форм-факторе 3U CubeSat. Спутник БГУ стал первым университетским спутником в системе белорусского образования и третьим объектом отечественного происхождения на околоземной орбите. Аппарат представляет собой стандартный спутник на платформе Cubsat размерами 20x10x10 см и массой — чуть больше 1,6 кг. На сегодняшний день спутник успешно функционирует и совершил более 25 тыс. витков. Вывод спутника на орбиту является комплексной задачей и требует работы научных групп, решающих задачи разной направленности начиная с физического и математического моделирования, разработки железа, программного обеспечения, тестирования и испытания образца спутника, администрирования серверов, сетей, обеспечение телекоммуникаций и связи. Успешная эксплуатация спутника позволила сформировать работоспособную инфраструктуру, провести ряд научных и практических исследований.

Спутник имеет в составе своей бортовой аппаратуры блок телеметрии, который собирает информацию о параметрах работы систем спутника и по радиоканалу отправляют полученные данные на Землю. Университетский спутник открыто вещает телеметрию, и любой желающий, если у него есть соответствующее оборудование, может принимать телеметрию и декодировать ее. БГУ заинтересовано в том, чтобы как можно большее число радиолюбителей принимало, декодировало и отправляло телеметрию, потому что основной центр приема информации. Университетский центр управления полетом спутника не может получать телеметрию, когда спутник находится вне зоны видимости, поэтому система приема телеметрии основана на международной сети радиолюбителей, поддерживающих прием и отправку телеметрии на сайт bsusat.com. Для сети международных радиолюбителей создан единый сервер, куда они могут присылать принятые пакеты данных со спутников. За период нахождения спутника на орбите, сообществом радиолюбителей было принято и передано на наш единый сервер более 400Мб данных телеметрии от бортовых систем BSUSat-1. В среднем ежемесячный темп приема данных составляет порядка 4000 пакетов. При таком темпе поступления данных важной задачей является её оперативная онлайн обработка.

Наиболее важными параметрами контроля спутника являются:

1. Режим работы термоконтроля;
2. Режим работы систем питания и солнечных батарей;
3. Режим работы бортовой системы телеметрии;
4. Работа полезной нагрузки;
5. Определение местонахождения неисправностей.

Система визуализации данных телеметрии спутника bsusat.com в режиме реального времени реализована на серверах satellite.by и bsusat.com с использованием нереляционной база данных Redis. Использование базы данных Redis позволило

организовать отображение последней принятой телеметрии для пользователей в режиме реального времени. Данная база хранит информацию в виде ключ-значение о последнем принятом пакете телеметрии, а также о пользователях, отправивших данные за последние 150 секунд.

После того, как данные со спутника поступили на bsusat.com, они принимаются как поток данных в любом формате представления с BSUSAT и заносятся в переменную data как строка. Реализация записи данных в Redis и последующее их чтение реализовано в функции redisWrite, которая принимает переменную decoded_data. В этой функции создаётся 2 объекта: первый объект типа Redis для хранения пользователей – \$users, а второй для хранения кадров - \$frames, и сразу они соединяются с базой данных Redis. Далее используется условный оператор if для проверки на пустой входящий объект, другими словами, на запрос без параметров. Если же запрос содержит данные, то их необходимо занести в базы Redis. Из входящих данных декодируются данные телеметрии, определяются имя пользователя, время приема телеметрии. Для добавления этих данных на web – сайт, необходимо сгенерировать таблицу, в которой будут отображаться данные и организовать AJAX – запрос, для обращения к серверу, располагающему этими самыми данными в фоновом режиме. Для создания таблицы используется язык гипертекстовой разметки (HTML), а для стилизации веб-страницы используется CSS. Для построения AJAX – запроса необходим jQuery. При этом пользователь получает приложение с динамическим обновлением контента, без перезагрузки всей страницы. Функция отображения show() состоит из обращения к функции \$.ajax() с определенным рядом параметров, которая позволяет в фоновом режиме получить информацию из внешнего файла на сервере. Чтобы результаты запросы не кэшировались используется параметр cache: false. При успешном выполнении запроса, управление переходит функции function(html), которая получает контент в качестве параметра и записывает его в контейнер. Для корректной работы с принятыми данными, необходимо преобразовать пришедшую от php файла JSON строку в значение, которое поддерживается языком JavaScript. Затем выполняется запись кадра и пользователей в контейнер. Запросы выполняются с интервалом 2 секунды.

На сайты satellite.by и bsusat.com в разделе «Telemetry» и «Телеметрия» соответственно были внедрены таблицы, отображающая телеметрию со спутника, а также пользователей, которые принимали данные за последние 150 секунд с периодом обновления 2 секунды.

Литература

1. Документация по базе данных Redis – Режим доступа: <https://redis.io/documentation> – Дата доступа: 28.12.2020.

SYSTEM FOR VISUALIZATION OF REAL-TIME TELEMETRY DATA FROM BSUSAT-1 SATELLITE

V.V. Ratomsky, D.V. Bobrov, P.V. Petrov, N.N. Kolchevsky

Belarusian State University, Minsk e-mail: kolchevsky@bsu.by

One of the important tasks of satellite operation is to collect, store and process its telemetry. The system of telemetry reception is distributed and requires participation of radio amateurs from different countries of the world. For such radio amateurs there is a single server and a system of online processing of telemetry on the websites bsusat.com and satellite.by.

Keywords: telemetry, BSUSAT-1 satellite, CubeSat.