

УДК 629.78

## Прием телеметрических сигналов спутников семейства CubeSat

Малыгин И. В. \*, Строганов Д. А., Юрьев П. С., Куликов Б. А., Сущевская Е. С.

*Уральский федеральный университет, институт радиоэлектроники и информационных технологий–РтФ, Екатеринбург, Россия, 620078  
bogdan.kulikov93@gmail.com*

**Аннотация.** В статье описаны системы приема телеметрической информации от работающих спутников в любительских диапазонах.

**Ключевые слова:** спутник, телеметрическая информация, любительский диапазон.

## Receiving telemetry signals of satellites of CubeSat family

Malygin I. \*, Stroganov D., Jurev P., Kulikov B., Sushevskaya E.

*Ural Federal University, Mira 32, Ekaterinburg, Russia, 620002*

**Abstract.** The article describes systems for receiving telemetric information from operating satellites in amateur bands.

**Keywords:** satellite, telemetric information, amateur band.

### Введение

6 марта 2011 года была создана Российско-Китайская ассоциация технических университетов. Одной из задач было создание малого спутника. Студенты Уральского Федерального Университета никогда не разрабатывали спутников, поэтому эта задача оказалась непростой и интересной. В качестве начала работы над спутником, системы приема телеметрической информации от работающих спутников в любительских диапазонах: 430...440 МГц и 143...было создано 148 МГц. Проект

SatNogs является основой для системы. Для развития этого механизма мы использовали доступные материалы: металл, дерево, пластик, трубы. Редукторы азимутального и угломестного привода, отвечающие за мобильность системы, были разработаны на компьютере и напечатаны на 3D-принтере. Шаговые двигатели были куплены в Китае. Механизм привода произведен собственноручно. Созданная антенноприемная система показана на рисунке 1. Для получения точной телеметрической информации, антенноприемная система должна быть направлена на спутник в течение всего сеанса приема телеметрической информации. Кроме того, из-за высокой скорости движения спутника, необходимо компенсировать эффект Доплера. Согласно информации, на сайте [calsky.com](http://calsky.com) мы можем получить телеметрию с трех космических аппаратов над зданием нашего института: UWE-1, "Юбилейный" и SEEDS-2. На самом деле, над зданием летает большее количество спутников, но они либо находятся в состоянии ограниченной работоспособности (полу-оперативной), или вещают в другом диапазоне частот.



**Рис. 1.** Установка и настройка антенной системы на крыше здания университета

Когда спутники находятся близко к земному наблюдателю, частота радиомаяка становится выше номинала. Так же верно и обратное. Когда спутник улетаёт, его частота становится ниже номинальной маяка.

## 1. «Юбилейный»

«Юбилейный» (РС-30) — российский малый научный спутник, разработанный ОАО "ИСС" имени академика М. Ф. Решетнева совместно с группой российских космических предприятий и высших учебных заведений. Он был предназначен для передачи звуковых Сообщений, фото и видео, рассказывающих о 50-летию запуска первого искусственного спутника Земли и космической отрасли в целом, а также для участия в образовательных программах студентов вузов и проведения научных экспериментов. Этот спутник известен новым дизайном двигателя

без выброса реактивной массы теста, который никогда не работал. Информация передается на две FM-частоты: 435.215/435.315 МГц.

## 2. SEEDS-2

The Space Engineering EDucation Satellite 2 (Космической Инженерное образование 2) (SEEDS-2) - это японский любительский пикоспутник, который был построен и введен в эксплуатацию университетом Нихон. Он был установлен Индийской Организацией космических исследований, на борту ракеты-носителя PSLV, 28 апреля 2008 года. Он был построен, чтобы заменить спутник SEEDS, который был утерян из-за неудачного запуска на ракете "Днепр" в июле 2006 года.

Он несет в себе ряд датчиков для исследования космического пространства, и его собственного статуса. Он также содержит голосовой передатчик, предназначенный для воспроизведения сообщений для радиолюбителей. Информация передается на частоте CW: 437.485 МГц.



Рис. 2. Спектр принимаемого сигнала на мониторе

## 3. UWE-1

UWE-1-это Спутник, построенный студентами университета Вюрцбурга и запущенный в рамках миссии SSETI Express из Плесецка в России. Нижняя/верхняя частотами является 437.505 МГц, модуляции 1200 Бод AFSK. Знак спутника радио звонка DPØUWE.

UWE-1 был отправлен позже UWE-2. Информация передается на частоте CW: 437.485 МГц. Для получения данных он использует SDR приемник догла DVB+DAB+FM. USB DVB-T SDR DAB тюнер FM на чипе RTL2832U + R820T. Программное обеспечение SDR с оборудованием, позволяет устанавливать диапазон приема 24 - 1850 МГц. Тюнер может получать любые незашифрованные

каналы в диапазоне 24 - 1850 МГц (радио, звук, ТВ, радиолюбителей, карманные радиостанции и многое другое). Для записи телеметрической информации он использует программы HSDR версия 2.70. Полученный сигнал записывается на носитель информации в виде звукового файла. Прием данных показан на рисунке 2. Сигнал маяка со спутника SEED-2, записанного в аудио файл был закодирован с помощью программы просмотра Морзе. Результаты декодирования представлены на рис.3.

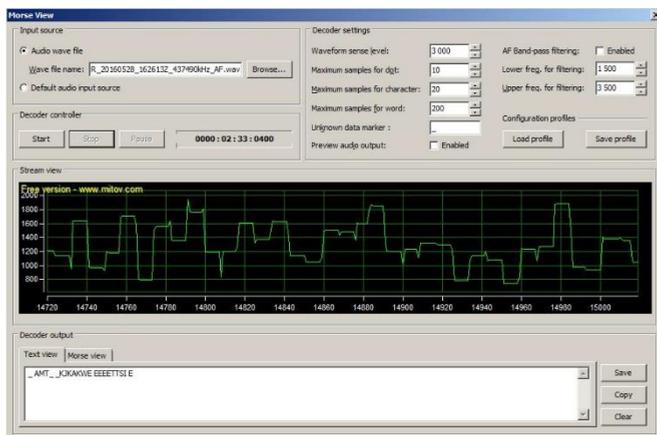


Рис. 3. Декодирование спутникового SEEDS-2 сигнала в текстовый Формат.

## Список литературы

1. Стандартное отклонение [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cubesat.org/>
2. Стандартное отклонение [Электронный ресурс]. URL: <http://satnogs.dozuki.com/>
3. Стандартное отклонение [Электронный ресурс]. URL: <https://www.calsky.com/>