

SATUM: ИМПЛЕМЕНТИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ С БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Вадим Унгурян
Технический Университет Молдовы
ungurean.vadim@gmail.com

Abstract: *The article describes the adjustment of the wireless image capturer of the university nanosatellite called SATUM. The unit is implemented by MSP-EXP430FR5739 and CC2520EMK development kit. 0,3 megapixel image is transmitted in about 20 seconds.*

Ключевые слова: *наноспутник, КМОП сенсор, радиотрансивер, модулятор.*

I. Введение

Из искусственных спутников Земли, предназначенных для фотографирования ее поверхности, можно выделить следующие: микроспутник «LAPAN-TUBSAT» и наноспутник «PRISM». К недостаткам университетского микроспутника «LAPAN-TUBSAT» можно отнести его относительно большую массу 57кг, а в университетском наноспутнике «PRISM», при его небольших массо-габаритных параметрах, отсутствует система стабилизации и ориентации спутника. Разрабатываемый наноспутник «SATUM» не будет обладать вышеперечисленными недостатками.

Основной задачей университетского наноспутника SATUM является фотографирование поверхности Земли, с последующей передачей сфотографированных снимков на Землю. Учитывая, что на данном наноспутнике будет установлен КМОП-сенсор с разрешением 5 Мпикселей, размер передаваемого снимка, после предварительной обработки (шифрования), составит около 10 Мбайт. Снимки, сделанные наноспутником должны передаваться на Землю в режиме реального времени, со скоростью около 100 Мбит/с. Для обеспечения данной скорости будет использоваться модулятор с несущей частотой 5,8 ГГц и модуляцией QPSK.

II. Модуль беспроводной передачи данных

Для разработки модуля беспроводной передачи данных выбраны две отладочные платы MSP-EXP430FR5739 и CC2520EMK. Внешний вид модулей представлен на рис.1.

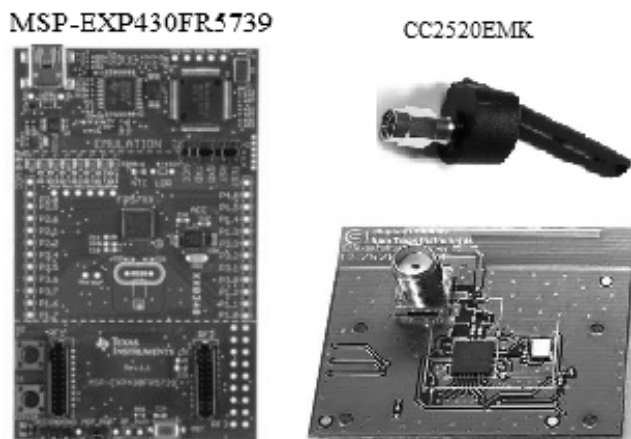


Рис.1. Внешний вид модулей.

MSP-EXP430FR5739 – отладочная плата на базе FRAM-микроконтроллера MSP430F5739, предназначена для разработки и отладки приложений сбора данных, беспроводных сенсоров и т.д. Для подключения платы трансивера, установлены специальные коннекторы.

CC2520EMK - отладочная плата на базе трансивера CC2520, который предоставляет широкую аппаратную поддержку для управления пакетами, буферизации данных, пакетной передачи, шифрования и аутентификации данных, оценки уровня зашумленности канала, индикации уровня сигнала, формирования точных временных характеристик пакетов. Эта достоинства уменьшают вычислительную нагрузку на управляющий контроллер.

Таблица 1. Технические параметры трансивера CC2520.

Параметр	Значение
Диапазон частот	2.4 ГГц
Минимальная частота	2394 МГц
Максимальная частота	2507 МГц
Тип устройства	Трансивер
Скорость передачи данных, макс	250 Кбит/с
Напряжение питания	1,8 – 3,8 В
Тип модуляции	DSSS
Чувствительность приемника	-98 дБм
Выходная мощность	-18 – 4 дБм

Трансивер управляется микроконтроллером через последовательный интерфейс SPI. Для корректной работы трансивера, необходимо выполнить настройку внутренних регистров. Ниже представлены регистры, которые необходимо перезаписать. Настройки остальных регистров не изменяются.

Таблица 2. Значения регистров.

Имя регистра	Адрес (hex)	Значение (hex)
TXPOWER	30	32
CCCTRL0	36	F8
MDMCTRL0	46	85
MDMCTRL1	47	14
RXCTRL	4A	3F
FSCTRL	4C	5A
AGCCTRL1	53	11
ADCTEST0	56	10
ADCTEST1	57	0E
ADCTEST2	58	3
FRMFILT0	0	4C
GPIOCTRL0	20	2A

На рис.2 представлена структурная схема системы фотографирования и передачи изображения.

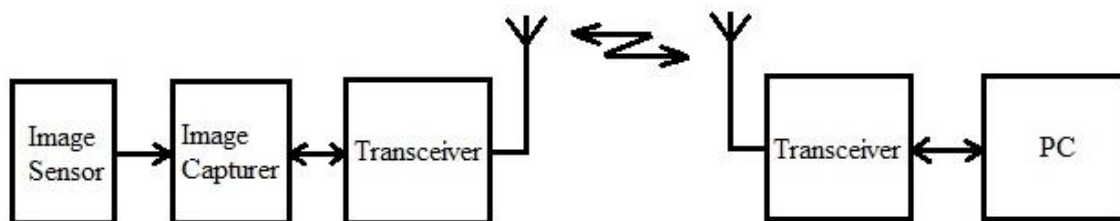


Рис.2. Структурная схема системы фотографирования и передачи изображения.

Система фотографирования и передачи изображения состоит из нескольких блоков:

- Блок “Image Sensor” представляет собой КМОП видео сенсор, предназначенный для захвата изображения.
- Блок “Image Capturer” предназначен для временного хранения изображения и передачи его трансиверу.
- Блок “Transceiver” выполняет передачу изображения приемному модулю.
- Блок “PC”(Personal Computer) предназначен для просмотра и обработки изображений.

Для работы с комплектом необходима среда разработки программного обеспечения для микроконтроллера MSP430 – «IAR Embedded Workbench». Данная среда разработки включает в себя все необходимое для работы с MSP430: компилятор языка Си, ассемблер, а также отладчик, позволяющий проводить как программную симуляцию выполнения кода, так и отладку программы в микроконтроллере посредством JTAG интерфейса.

Сфотографированный снимок, в макете модуля, будет передаваться пакетами размером по 125 байт. Принцип работы модуля беспроводной передачи данных описывается алгоритмами, изображенными на рис. 3 и рис.4.

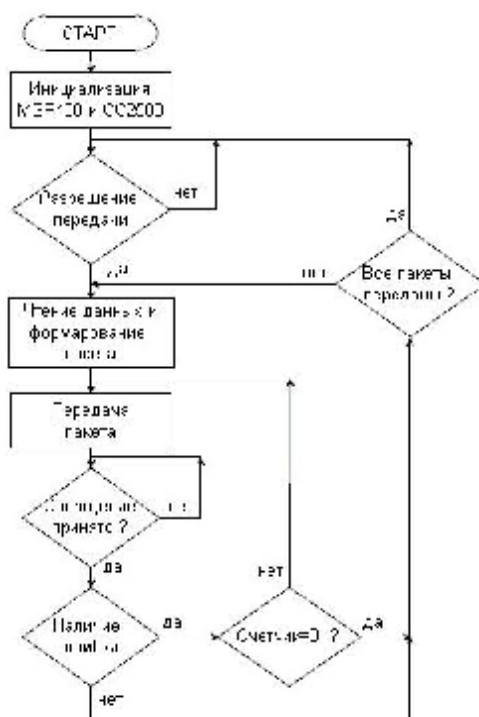


Рис. 3. Блок-схема алгоритма работы модуля передачи данных.

Модуль беспроводной передачи данных ожидает команду от пользователя на разрешение передачи снимка. После приема данной команды, производится чтение данных от модуля спутниковой фотосъемки и формирование пакета данных, размером 125 байт. Трансивер добавляет к пакету с данными преамбулу, синхрослово, длину поля данных, контрольную сумму и передает пакет в радиоэфир. Далее ожидается ответ от приемника, о подтверждении целостности данных. Если данные были приняты приемником без ошибки, проверяется количество отправленных пакетов. В случае, если все пакеты уже отправлены, процесс передачи завершается и модуль переходит в режим ожидания, иначе процесс передачи данных повторяется. Если от приемника было принято сообщение о том, что принятые данные повреждены, передача пакета повторяется ограниченное количество раз.

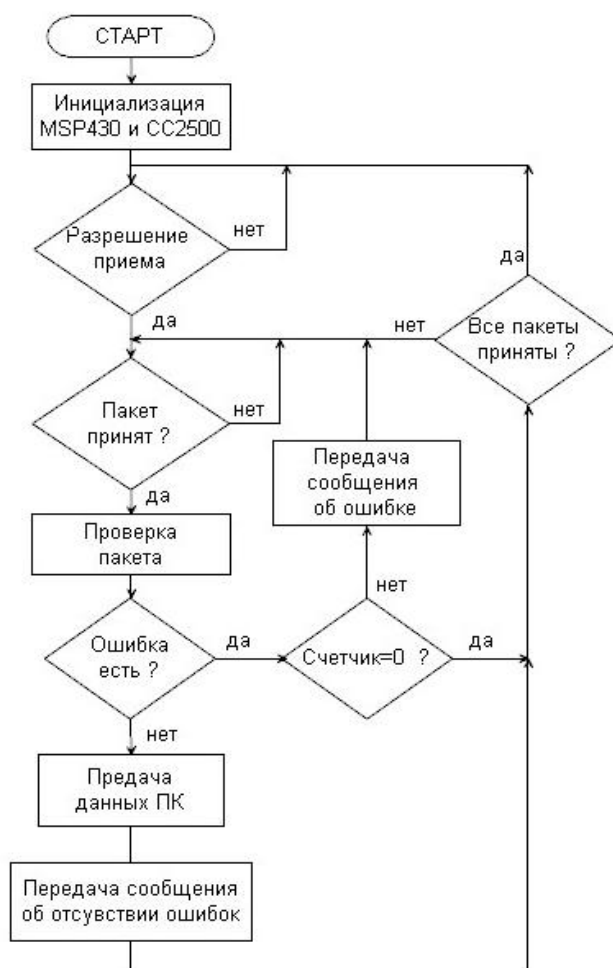


Рис. 4. Блок-схема алгоритма работы модуля приема данных.

Модуль беспроводного приема данных, по команде пользователя, отправляет передатчику команду о разрешении передачи данных. Далее модуль ожидает приема данных. После того как пакет с данными был принят, осуществляется проверка на наличие ошибок. В случае обнаружения ошибки передатчику отправляется сообщение об ошибке. Если в принятом пакете не было обнаружено ошибок, осуществляется передача данных компьютеру (ПК), сообщения об отсутствии ошибок и проверка количества принятых пакетов. В случае приема всех пакетов модуль переводится в режим ожидания.

Ш. Результаты проектирования

В результате проделанной работы в макет системы фотографирования был встроен модуль для беспроводной передачи изображения. Внешний вид системы фотографирования представлен на рис.5 (а).

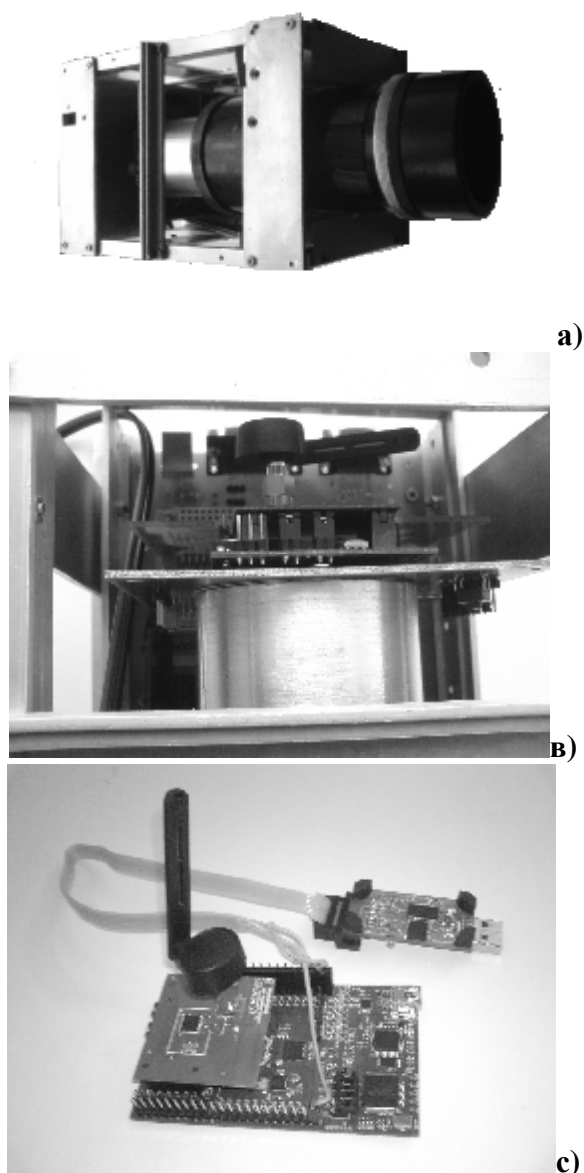


Рис.5. а)-Внешний вид системы фотографирования, в)- Модуль беспроводной передачи изображения в сочетании с системой фотографирования, с)- модуль для приема изображения.

Модуль беспроводной передачи изображения в сочетании с системой фотографирования изображен на рис.5 (в). На рис.5(с) изображен модуль для приема изображения. Изображение на компьютер передается через usb-порт. Для передачи через usb применён конвертер uart-usb на микросхеме FT232.

Пропускная способность модуля составила 144Кбит/с.

IV. Заключение

Разработанный прототип системы фотографирования и передачи изображения в режиме реального времени позволяет:

- передавать изображения размером 360 Кбайт за 20 секунд;
- обеспечивает дальность устойчивой связи до 15 метров, при мощности выходного усилителя трансивера 4 Дб.

Система передачи изображения включает в себя отладочный модуль MSP-EXP430FR5739, в котором используется несущая частота: 2,4 ГГц. Следующим этапом разработки является имплементирование проекта на основе цифрового модулятора, что позволит сократить время передачи изображения до 1 секунды.

V. Библиография

- [1] *CC2520 Software Examples User's Guide*, Texas Instruments, Dallas, Texas 75265 Copyright, 2009, <http://www.ti.com/lit/ug/swru137b/swru137b.pdf>
- [2] *CC2520-CC2591EMK Quick Start Guide*, Texas Instruments, Dallas, Texas 75265 Copyright, 2009, <http://www.ti.com/lit/ml/swru172b/swru172b.pdf>
- [3] *Семейство микроконтроллеров MSP430x4xx*, Руководство пользователя: перевод с английского – Таранков И. В., ЗАО «Компэл», 2005.
- [4] *MSP430FR5xx Family User's Guide*, Texas Instruments, Dallas, Texas 75265 Copyright, 2011.