

ство находится на этапе внедрения в систему контроля перемещения наземного транспорта.

Литература

1. L76 Hardware Design / Quectel Wireless Solutions Co 2013.
2. Datasheet STM32L162VD STM32L162ZD STM32L162QD STM32L162RD / STMicroelectronics 2016.

УЧЕБНЫЙ НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ ИМИТАТОРОМ СВЕРХМАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

**А. В. Волков, В. В. Домбровский, Д. В. Сацута, Б. В. Колтун,
Д. С. Станкевич, О. А. Орлов, В. В. Граевский**

В последнее десятилетие во многих странах ведутся интенсивные работы в области разработки сверхмалых космических аппаратов (СМКА). Для университетов с малым бюджетом, ограниченным ресурсом высококвалифицированных кадров, создание собственного малобюджетного СМКА на основе коммерческих комплектующих дает возможность студентам на практике принять участие во всех этапах проекта – от проектирования до обработки данных. В процессе разработки СМКА важными задачами являются разработка и интеграция бортовых систем, проведение тестирования аппаратуры, отработка программного обеспечения, совместной работы бортовой аппаратуры и наземного комплекса управления (НКУ). В ходе выполнения программы Мониторинг-СГ в БГУ разрабатываются экспериментальные программно-аппаратные средства для лабораторной отработки нано и пикоспутников в состав которых входит учебный НКУ и имитатор СМКА. Кроме того разрабатываемое оборудование будет использоваться в учебном процессе.

Структура учебного НКУ представлена на рис. 1. В состав учебного НКУ входит локальный сервер и удалённый сервера, информация на которых хранится в MySQL базах данных. Данные с удалённого сервера используются веб-сайтом, посвящённым имитатору СМКА. В качестве устройства приёма/передачи используется приёмопередатчик на базе системы на кристалле CC430.

Для обмена данными между имитатором СМКА и учебным НКУ используется протокол канального уровня для пакетной передачи данных в радилюбительских сетях – AX.25. В AX.25 протоколе используется бит-ориентированный протокол канального уровня сетевой модели OSI:

High-Level Data Link Control (HDLC), согласно которому кадры передаются кодированные модифицированным потенциальным кодом [2].

Для связи по AX.25 протоколу необходимо иметь в составе учебного НКУ пакетный контроллер: устройство осуществляющее преобразование между синхронным HDLC протоколом, на котором происходит общение по радиоканалу между имитатором СМКА и НКУ, и специальным асинхронным KISS-протоколом, согласно которому происходит общение между главным компьютером и пакетным контроллером [1, с. 89].

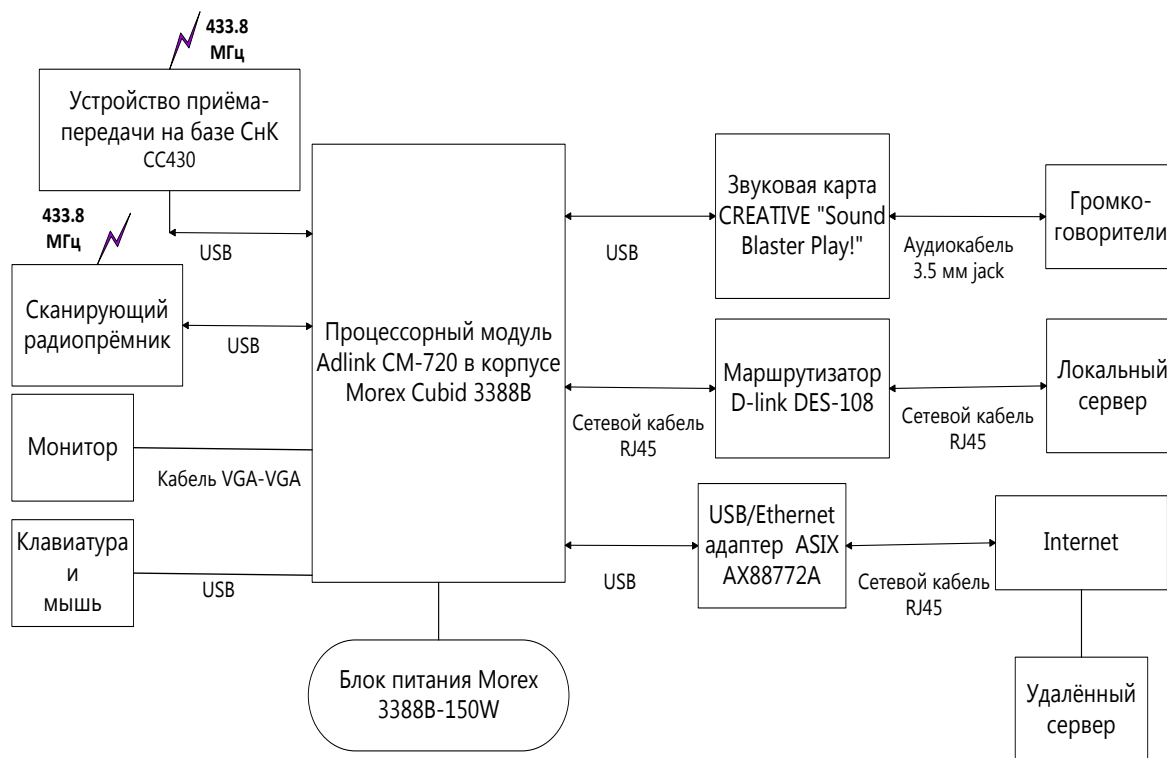


Рис.1. Структура учебного НКУ

На рис. 2 представлено структура ПО приёмопередатчика, сплошными стрелками отмечен путь, который проходят данные передаваемые с промышленного компьютера, до того момента как попадут в эфир. Пунктирными стрелками отмечен обратный путь.

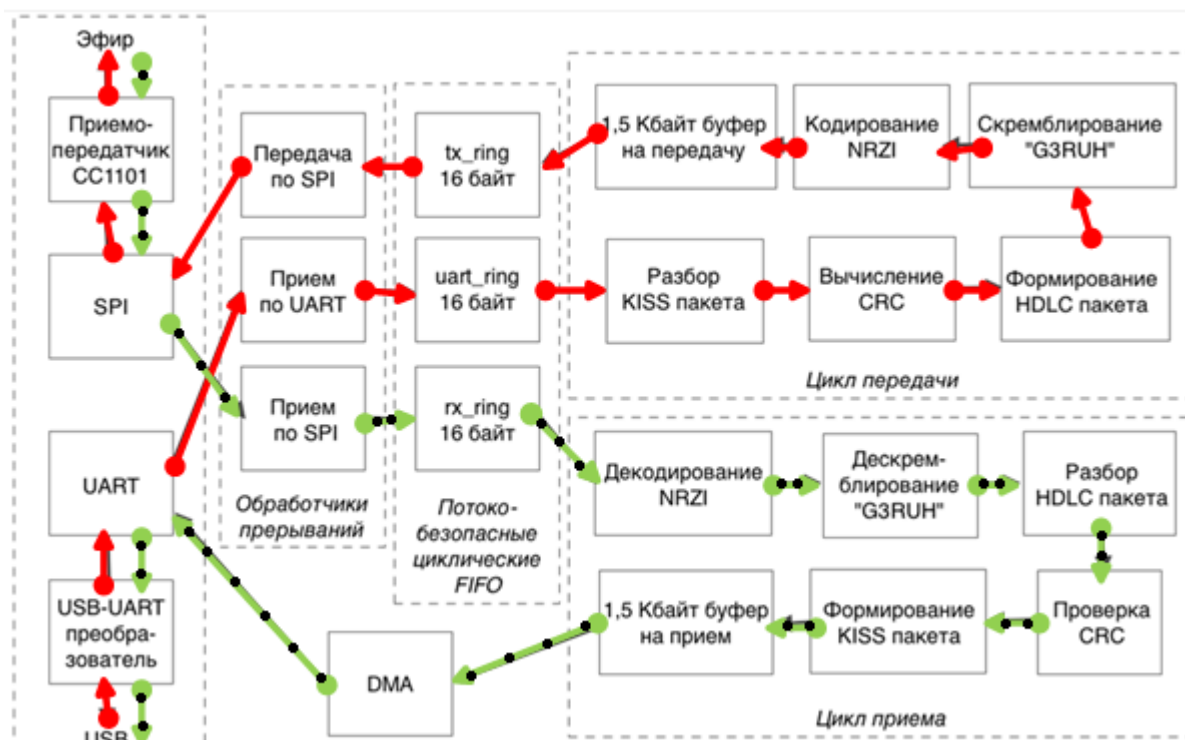


Рис.2. Структура ПО приёмопередатчика

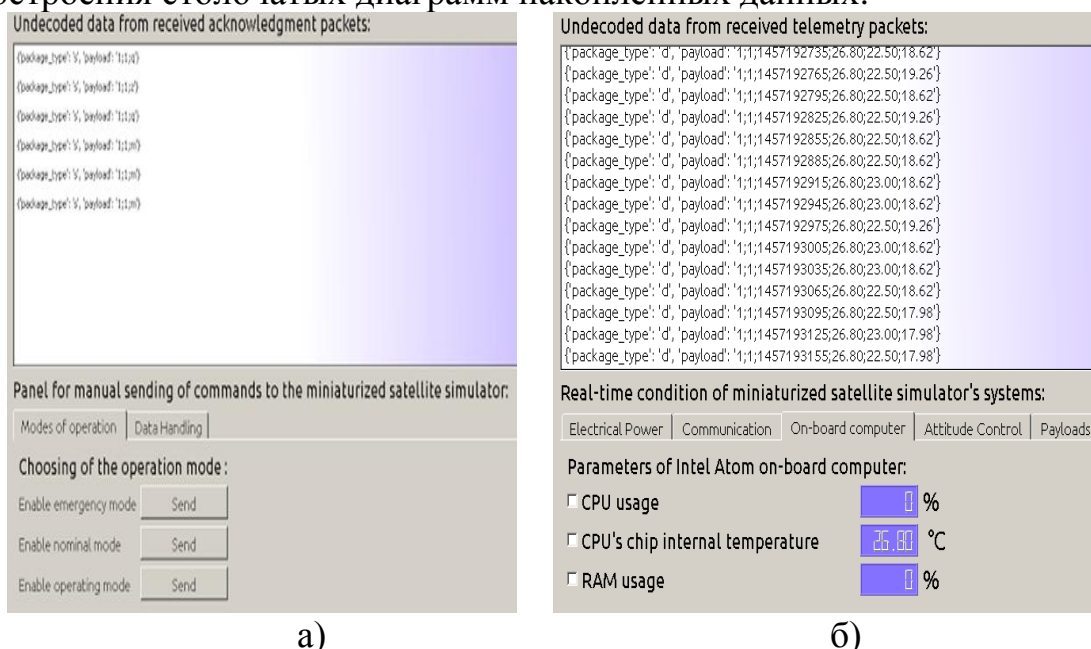
ПО промышленного компьютера, представленное на рис. 3, написано на языке программирования Python и построено согласно событийно-ориентированной парадигме программирования: выполнение программы определяется событиями – действиями пользователя, сообщениями других потоков, событиями операционной системы.



Рис.3. Структура ПО промышленного компьютера

В состав ПО учебного наземного комплекса управления имитатором СМКА входит программа управления имитатором СМКА. Разработанная программа управления имитатором СМКА имеет графический интерфейс пользователя и поддерживает для посылы в адрес имитатора СМКА весь перечень поддерживаемых имитатором в настоящее время команд. Команды тематически объединены в соответствующие вкладки на панели ручного управления, как показано на рис.4, а. Кроме того в состав программного обеспечения учебного НКУ входит программа декодирования телеметрии имитатора СМКА, графическое окно которой показано на рис.4, б.

Разработанная программа декодирования телеметрии имитатора СМКА осуществляет приём пакетов телеметрической информации в реальном времени с последующим извлечением из них телеметрических данных и их накоплением. В программе поддерживается возможность построения столбчатых диаграмм накопленных данных.



а) б)
 Рис. 4. Примеры графических окон программы управления (а) и декодера телеметрии (б)

Разработанный учебный НКУ позволяет принимать и обрабатывать радиосигнал с телеметрической информацией СМКА; передавать радиосигналы команд управления имитатором СМКА; озвучивать начало и конец сеансов связи, команды управления и внештатные ситуации; отображать передаваемую и получаемую информацию; через локальную сеть передавать данные к пользователям и на локальный сервер и принимать данные от пользователей; через Интернет передавать данные к внешним потребителям и принимать данные с удаленного сервера.

В ходе выполнения работы была предложена архитектура и реализован макет учебного НКУ, создана программа управления имитатором СМКА и декодирования телеметрии. Разработанная система будет использоваться при тестировании и отработке нано и пикоспутников, а также при обучении студентов аэрокосмических специальностей Белорусского государственного университета.

Литература

1. Тяпичев Г. А. Компьютер на любительской радиостанции. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
2. Описание сетевого протокола AX.25. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://goryham.qrz.ru/pr/ax25.html> Дата доступа: 27.05.2016.

ОБЛАЧНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АППАРАТНЫМИ КОНТРОЛЛЕРАМИ

С. И. Ганчук, С. В. Сергиенко

В статье описывается решение задачи программирования аппаратных контроллеров в облачной системе и способы их взаимодействия с удаленным сервером. Данная система предоставляет среду реализации и исполнения высокоуровневых алгоритмов для управления аппаратными устройствами на ресурсах облачного вычислительного кластера. Такой подход позволяет существенно облегчить разработку и отладку программного кода и ускорить процесс создания поведенческих алгоритмов для низкоуровневых аппаратных контроллеров.

Современные электронные устройства, как правильно, состоят из нескольких контроллеров, задача которых управлять системными модулями, агрегатами и датчиками, подключёнными к ним. При разработке электронного устройства одним из важнейших шагов является написание программного кода для управления его аппаратными контроллерами (микроконтроллерами). Программирование микроконтроллеров – достаточно трудоёмкий процесс, так как необходимо использовать низкоуровневые языки программирования, а также весьма затруднена отладка из-за сложности доступа к работающему устройству.

Реализованная облачная система позволяет перенести программирование аппаратных контроллеров в вычислительный облачный кластер. Таким образом, контроллеры устройств смогут передавать состояние входов в систему, а обратно принимать указание на установку состояния выходов, по результатам работы заданного алгоритма.

Для реализации такой системы потребовалось решить несколько задач. Первая задача состояла в разработке системы запуска алгоритма для обработки устройств. Алгоритм должен быть запущен изолированно, на