

32-РАЗРЯДНЫЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕР STM32 И ARDUINO IDE**Исаев А.В., Кривицкий П.Г., Голубев А.А., Безлюдов А.А.***Белорусский национальный технический университет**Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время программируемая электроника все больше смещается из области 8-разрядных систем к 32-разрядным. Аппаратная часть устройств на основе микроконтроллеров (МК) развивается стремительными темпами. Однако сформировавшиеся навыки программирования существенно сдерживают процесс разработки программно-аппаратных устройств, в которых, как правило, затраты на разработку программной части многократно превышают стоимость проектирования и изготовления аппаратуры. Становятся востребованными средства, позволяющие упростить и ускорить разработку встроенных программ даже ценой неоптимального использования аппаратных средств МК. Один из примеров этому – платформа программирования Arduino IDE. Будучи по-настоящему уникальной, позволяющая создавать проекты буквально за минуты, эта платформа привлекает начинающих разработчиков всего мира.

Прогресс нельзя остановить, разработчики это понимают и начинают осваивать 16- и 32-разрядные микроконтроллеры, так как 8-битные микроконтроллеры, на которых основано немало «ардуино-плат», не всегда могут справиться с поставленными задачами. Это проявляется и в том, что на рынке все чаще появляются модули с 32-х разрядными микроконтроллерами семейства STM32, по всем внешним признакам адаптированным к платформе Arduino IDE.

Сравним основные параметры микроконтроллеров в двух изделиях, примерно равных по цене (в 2 бел.руб): STM32 плате (с МК STM32F103C8T6) и её аналоге – Arduino PRO Mini (с МК AtMega328PU).

Параметр	STM32F103C8T6	AtMega328PU
Рабочая частота, МГц	72	16
Flash память программ, Кбайт	64	32
Оперативная память, Кбайт	20	2
АЦП, разрядов	12	10
АЦП, скорость преобразования, выб./с	2 000 000	500 000
ШИМ	16-битный	8-битный
Напряжение питания, В	2 ... 3.6В	2.7 ... 5

Наряду с очевидным превосходством по основным параметрам ядра, первый МК имеет в разы больше встроенных периферийных

устройств: аппаратных интерфейсов I2C, SPI, UART, USB, DMA, часы реального времени.

Всё это в сумме делает данную первую плату крайне привлекательной во всём, кроме одного — STM32 для изучения с «нуля» является существенно более затратным по времени и объёму информации [1,2]. А вот если подружить STM32 с Arduino IDE [3], то порог вхождения опускается до крайне низкого уровня. Но для этого необходимо провести несколько не сложных действий.

Приступим к подготовке платы, для работы с Arduino IDE. Первое что необходимо сделать — залить в микроконтроллер специальный загрузчик, который позволит прошивать плату через USB-порт. Для этого необходимо выполнить следующие действия.

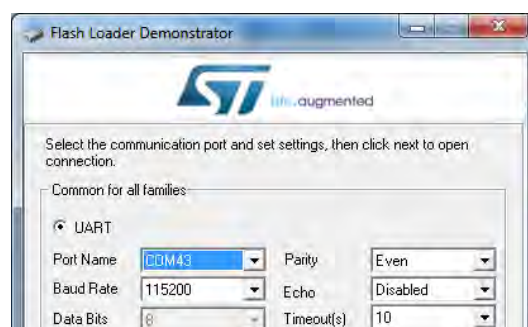
1. Перевести джампер BOOT0, в положение «1».
2. Подключить плату к USB\leftrightarrowUART переходнику (например на базе микросхемы CH340G) по следующей схеме.

Контакты CH340G	Контакты STM32
RXD	A9
TXD	A10
VC	5V
GND	G

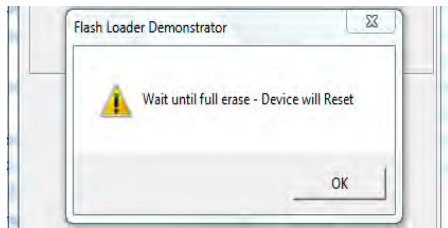
где A10/A9 выводы PA10/PA9 на плате STM32 – первый аппаратный USART.

3. Установить загрузчик памяти программ микроконтроллеров семейства STM32. Для этого:

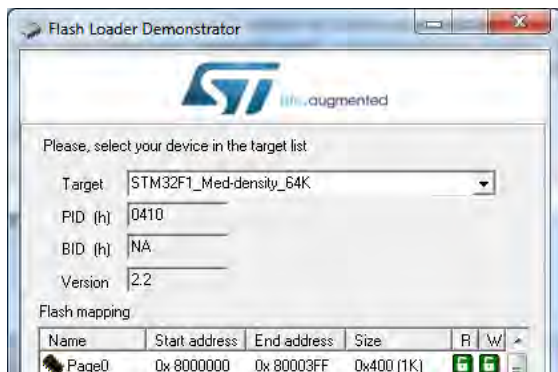
- Скачать с сайта производителя st.com, установить и запустить Windows-приложение Flash Loader Demonstrator [4];
- выбрать номер последовательного COM-порта переходника;



- разрешить аппаратную очистку памяти подключенного микроконтроллера;



- выбрать из представленного перечня подключенный микроконтроллер, в который будет запрограммирован загрузчик;



- по закладке «Download to device» из проекта STM32duino-bootloader выбрать загрузчик «generic_boot20_pc13.bin»;

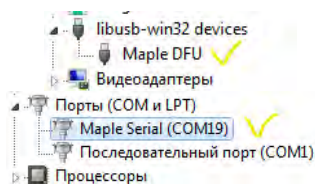


- по кнопке «Next» завершить загрузку загрузчика в микроконтроллер.

4. Скачать STM32 ядро для среды разработки Arduino IDE и распаковать содержимое архива в папку «Документы\Arduino\hardware»;

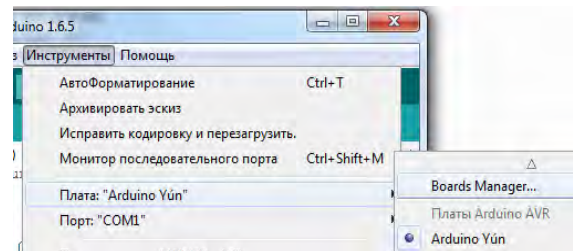
5. Из папки от имени администратора установить драйвера на плату (файл «install_drivers.bat»).

6. Перевести джампер «BOOT0», в положение «0» и подключить плату к компьютеру через USB-кабель. Плата должна определиться в диспетчере устройств как «Maple DFU» или «Maple Serial (COM*)»

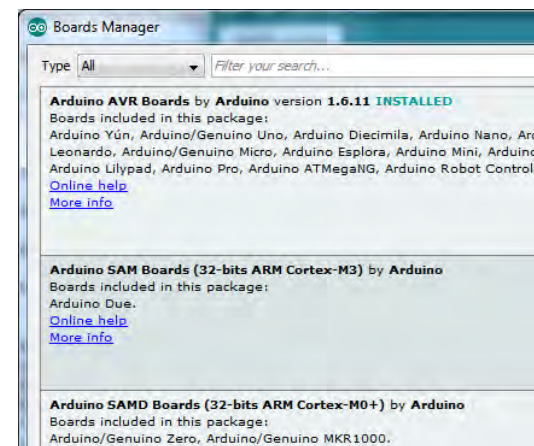


Теперь можно приступить непосредственно к настройке приложения Arduino IDE:

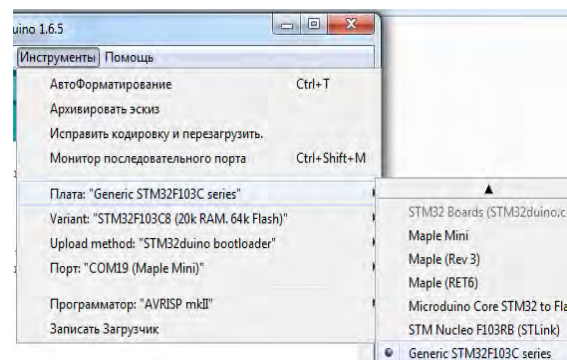
1. Запустить среду разработки Arduino, и перейти к выбору платы по вкладке Инструменты -> Плата -> Boards Manager.



2. Установить ядро для платы Arduino Due, для чего выбрать последнюю версию и нажать «Install».



3. Задать режимы загрузки программ по меню Инструменты -> Плата -> «Generic STM32F103C», дальше Variant: «STM32F103C8 (20k RAM. 64k Flash)», Upload Method: «STM32duino bootloader», Порт — номер COM-порта платы



После этого плата готова к работе (прошивке и программированию) в среде разработки Arduino IDE.

Выполненная адаптация МК STM32F103x8 к работе в Arduino IDE позволяет получить не-сложное в программировании, но существенно более функциональное и быстродействующее целевое устройство.

1. Техническая документация: STM32F103x8 // электронный ресурс http://www.st.com/content/st_com/en/products/microcontrollers/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus/stm32f1-series/stm32f103/stm32f103c8.html.
2. Техническая документация: Справочное руководство STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx. ред. 16, ноябрь 2015, 1137 с. // электронный ресурс http://www.st.com/resource/en/reference_manual/cd00171190.pdf.
3. Техническая документация: STM32 ядро для среды разработки Arduino IDE Arduino_STM32 // электронный ресурс https://github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino_STM32.
4. Техническая документация: Flash Loader Demonstrator // электронный ресурс http://www.st.com/resource/en/data_brief/flasher-stm32.pdf.

УДК 535.3+528.88

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «КАЛИБРОВКА» ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ НАЗЕМНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Катковский Л.В., Станчик В.В., Крот Ю.А., Беляев Ю.В., Доморацкий А.В.,
Силюк О.О., Литвинович Г.С.

*Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем
им. А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета
Минск, Республика Беларусь*

В ходе работ по программе «Мониторинг-СГ» (тема «Калибровка») был разработан и изготовлен аппаратно-программный комплекс (АПК), включающий серию спектральных приборов, предназначенных для оснащения наземных полигонов с целью калибровки авиакосмических средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), верификации и повышения надежности дешифрирования данных ДЗЗ путём интеграции данных космического, авиационного и наземного сегментов.

АПК «Калибровка» включает пять спектро-радиометров, покрывающих в совокупности спектральный диапазон 0,4 – 2,5 мкм и позволяющих измерять угловые зависимости спектров отражения подстилающих поверхностей, прямого и рассеянного атмосферой солнечного излучения.

АПК конструктивно состоит из следующих модулей:

1) Фотоспектрорадиометр ФСР высокого разрешения на диапазон 400 - 900 нм, снабженный цифровой покадровой видеосистемой и синтезом изображений и спектров и предназначенный для измерения спектральных отражательных характеристик всех типов природных поверхностей полигонов (тестовых площадок) в наземных условиях и с борта авиационных носителей.

2) Двухканальный модульный спектро-радиометр ДМС 400-900 нм, предназначенный для одновременного измерения яркости отраженного излучения от подстилающей поверхности и освещенности (потока) падающего излучения с верхней полусферы.

3) Портативный модульный спектро-радиометр на область 800-1500 нм ПСР-700 для измерения спектральных отражательных

характеристик поверхностей.

4) Портативный модульный спектро-радиометр на область 1200-2500 нм ПСР-1300 для измерения спектральных отражательных характеристик поверхностей.

Перечисленные четыре прибора предназначены для измерения в наземных стационарных условиях (а также с вышек и подвижных средств) спектральных характеристик отражения тестовых участков природных, искусственных и антропогенных объектов

5) Сканирующий солнечный спектро-поляри-метр на область 350-950 нм ССП-600 для измерения прямого солнечного и рассеянного атмосферой под различными углами излучения.

6) Комплект специальных насадок для обеспечения измерений:

- коэффициентов спектральной яркости,
- поляризационных характеристик,
- спектрального альбеда;

7) Специальное программное обеспечение (СПО) управления, хранения и обработки данных.

На протяжении последних двух лет проводятся натурные испытания приборов ФСР, ДМС, ПСР-700, ПСР-1300 и ССП-600. при измерениях спектральных характеристик объектов на наземном уровне. Полигонами для проведения натуральных испытаний являются Курский аэрокосмический полигон (2015-2016 гг.) (рис.1), острова Курильской гряды (2015 г., острова Итуруп, Уруп, Чирпой, Симушир, Ушишишир, Шиашконтан, Чиринкотан, Харимкотан, Онекотан, Атласова), территория полуострова Камчатка (2016 г., подножия вулканов Ильинский, Ходутка, Ксудач) Данные полигоны обладают объектами с приемлемыми характеристиками для