

Использование платформы *STM32VLDISCOVERY* для построения простой системы сбора и обработки данных

А.В. Ескин, А.Л. Печников, В.Г. Трубин
ФГБОУ ВПО НГТУ

Аннотация: Для применения эффективного алгоритма управления системой автоматического регулирования важно изучение свойств объекта управления до построения самой системы. Эту задачу обычно решают системы сбора и обработки данных (ССОД), которые, зачастую реализованы на печатных платах в корпусе персонального компьютера или в виде отдельные устройства. Стоимость таких плат достаточно высока и иногда применение их неоправданно для простых объектов регулирования. Предложено решение этой задачи с меньшими затратами времени и материальных средств. Это справедливо для систем с небольшим количеством контролируемых величин (до 12), и с медленным изменением полезного сигнала (до 1 кГц). Данное решение будет полезно на этапе создания прототипов устройств с цифровым управлением, где требуется наличие возможности сохранять показания датчиков от времени в текстовом виде для последующей обработки (например, построении графиков в *Excel*).

Ключевые слова: система сбора и обработки данных, АЦП, компьютер, измерения, микроконтроллер, микропроцессор.

ВВЕДЕНИЕ

В статье предлагается простое решение создания системы сбора и обработки данных (ССОД) на основе платформы, название которой вынесено в заголовок.

Предлагаемая система состоит на аппаратном уровне из следующих основных частей:

- Отладочной платы *STM32VLDISCOVERY* на базе микроконтроллера *STM32F100RBT6B* фирмы *STMicroelectronics* с ядром *ARM Cortex M3*;
- Преобразователя интерфейсов *PL2303 USB ↔ TTL* на базе микросхемы *PL2303HX* фирмы *Prolific*;
- Переменного резистора имитирующего работу датчика.

На программном уровне система состоит из двух программ:

- На стороне персонального компьютера: одна из стандартных программ терминалов последовательно порта *RS232*;
- На стороне микроконтроллера: управляющей программы по пересылке данных из регистров АЦП в модуль УАПП для отправки в персональный компьютер.

Про отладочную плату *STM32VLDISCOVERY* и микроконтроллер *STM32F100RBT6B* написано в различных источниках уже достаточно [1], [2]. На периферии микроконтроллера, применяемой для решения поставленной задачи, остановимся более подробно.

1. ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРИФЕРИИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА *STM32F100RBT6B*

Набор периферии микроконтроллера (МК) достаточно типичен для данного класса устройств [3]. Но есть среди этого многообразия и специфические для микроконтроллеров технические решения, такие, например, как контроллер прямого доступа к памяти КППД (*Direct Memory Access DMA*).

Применительно к решаемой задаче, интерес представляют модуль универсального асинхронного приёмника передатчика УСАПП (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter – USART*) и модуль аналого-цифрового преобразователя АЦП (*Analog-to-Digital converter, ADC*). Оба этих модуля можно подсоединить к КППД и сократить объём написанного кода программы для микроконтроллера.

В дополнение к этим двум модулям может потребоваться применение, для запуска АЦП, таймера. Таймеры также в достаточном количестве имеются в составе микроконтроллера.

Используемый АЦП является двенадцатиразрядным АЦП последовательного приближения, который может работать на максимальной частоте 12 МГц (что при минимальном времени выборки даёт время преобразования в 1,17 мкс). К нему можно

подключить до 16 внешних каналов. Кроме этого, есть дополнительно два внутренних канала для оцифровки температуры кристалла микроконтроллера (сигнал датчика температуры и уровень опорного напряжения питания датчика). Предусмотрена возможность запуска процесса преобразования на аппаратном уровне от внешнего (подключаемого к выводу отладочной платы) источника. Разнообразные режимы работы позволяют задавать различные последовательности оцифровки каналов, что перекрывает большую часть задач по оцифровке данных. В устройстве имеется аналоговое устройство контроля превышения установленных порогов (*Analog Watchdog*), которое позволяет на аппаратном уровне отслеживать значения измеряемой величины, предотвращая выход её за установленные рамки, что очень полезно для задач диагностики неисправностей внешнего датчика. Время выборки сигнала для каждого канала задается индивидуально и лежит в диапазоне от 1,5 до 239,5 тактовых импульсов работы АЦП. Кроме возможности подключения к КППД каждое событие, возникающее внутри АЦП, может генерировать прерывание. Для получения качественных результатов измерений перед включением АЦП необходимо однократно провести его калибровку. Более полную информацию по настройке АЦП можете получить в [4, 3].

Возможности УАПП также несколько шире стандартных и допускают работу по протоколу *Smartcard*, а также в сетях *LIN* и *IrDA*. Имеется возможность аппаратного управления потоком данных при помощи линий *RTS* и *CTS*. Также используется применение числа с фиксированной запятой для задания скорости передачи данных. Это даёт меньшую ошибку при работе устройства. Так же как и АЦП УАПП имеет возможность генерирования запросы к КППД и контроллеру прерываний.

Для связи с преобразователем *PL2303 USB ↔ TTL* нет необходимости прибегать ко всему описанному набору функций, достаточно простого асинхронного интерфейса.

2. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ *PL2303 USB ↔ TTL*

Описанный вариант практически ничем не уступает подобным преобразователям этого класса, предлагаемым на рынке. Его внешний вид представлен на *Рис. 1* [5].

Как можно заметить этот модуль имеет два разъема: *USB* для подключения к персональному компьютеру и 4-х контактную штыревую линейку для связи с *STM32DISCOVERY*. Контакты штыревой линейки подписаны: «*Vcc*» - питание +5 В от шины *USB* персонального компьютера, «*RXD*» - вход приемника преобразователя, «*TXD*» -

выход передатчика преобразователя и «*GND*» - нулевой провод источника питания.

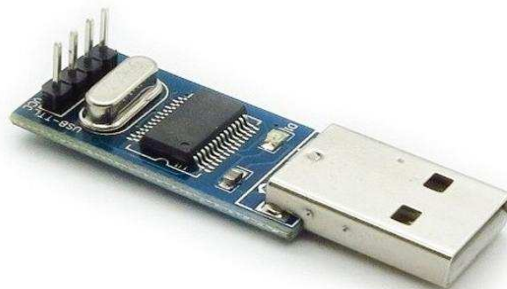


Рис. 1. Внешний вид преобразователя *PL2303 USB ↔ TTL*

На плате имеется лишь одна микросхема преобразователя *PL2303HX* фирмы *Prolific Technology*, на которую имеется документация [6]. Все подобные преобразователи обычно строятся на таких микросхемах, которые значительно упрощают использование *USB* порта. При подключении модуля к компьютеру и при отсутствии замыканий, на плате загорается красный светодиод, сигнализирующий о наличии питания по шине *USB*.

Для нормальной работы устройства в системе необходимо установить драйвер *PL2303HX*, дистрибутив которого можно найти на сайте *Prolific Technology* [7]. Установка драйвера обычно не вызывает трудностей. После установки, в системе должен появиться новый виртуальный *COM*-порт, наличие которого для операционных систем *Windows*, можно проверить в диспетчере устройств. Подключение преобразователя к отладочной плате можно осуществить при помощи стандартных соединительных проводов [8]. Для соединения с модулем понадобится только три провода. На плате модуля они должны быть подключены к выводам «*TXD*», «*RXD*» и «*GND*», а на отладочной плате к выводам обозначенным как «*PA10*», «*PA9*» и «*GND*» соответственно.

3. СБОРКА СИСТЕМЫ

В качестве датчика можно использовать обычный переменный резистор, который, как и преобразователь, подключается с помощью соединительных проводов к плате *STM32VLDISCOVERY*. Для этих целей хорошо подходят переменные резисторы. Резистор следует подключить следующим образом: один из крайних выводов подключается, при помощи проводника, к выводу, обозначенному на отладочной плате «*3V3*», а другой, к выводу «*GND*». Средний контакт подключается к любому из выводов (в зависимости от используемого АЦП канала) *PA0 – PA7*, *PB0*, *PB1*, *PC0 – PC5* (соответствуют каналам с 0 по

15). Программой микроконтроллера используется вывод PA1. При подключении следует быть аккуратным, чтобы не использовать уже занятый вывод. Дело в том, что на плате STM32VLDISCOVERY уже произведены некоторые внутренние подключения выводов микроконтроллера, так, например, PA0 используется для управления

встроенной кнопкой, поэтому перед подключением следует ознакомиться с документацией на плату STM32VLDISCOVERY [9].

В результате всех подключений должна получиться конструкция изображённая на Рис. 2.

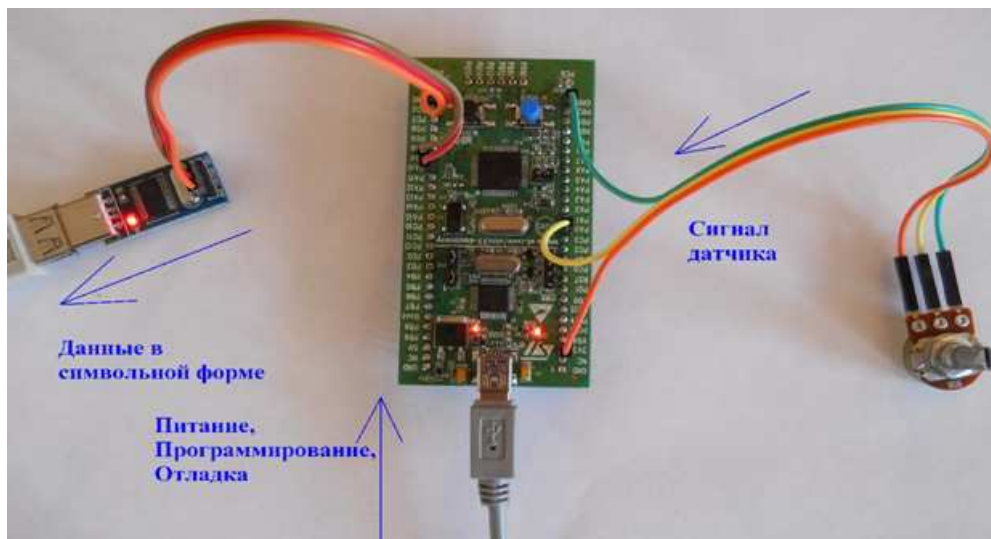


Рис. 2. Собранная система сбора данных на базе платы STM32VLDISCOVERY

Таблица подключения проводов приведена в Таблице 1. Обязательно следует проверить правильность подключения проводов, поскольку при неправильном подключении

можно вывести из строя плату. Все коммутации следует осуществлять при выключенном питании устройств.

Таблица 1
Описание подключения проводов к плате STM32VLDISCOVERY

STM32VLDISCOVERY	PL2303 USB ↔ TTL / Переменный резистор	Описание / примечание
PA10	PL2303 USB ↔ TTL TXD	Линия приёма данных с точки зрения МК
PA9	PL2303 USB ↔ TTL RXD	Линия передачи данных с точки зрения МК
GND	PL2303 USB ↔ TTL GND	Общий
3V3	Крайний вывод переменного резистора	Любой
PA1	Средний вывод переменного резистора	Вход канала 1 АЦП МК
GND	Крайний вывод переменного резистора	Любой

После подключения переменного резистора и преобразователя сборка аппаратной части системы заканчивается и можно приступить к программной части. Основная трудность заключается в написании программы для микроконтроллера и её отладке. По этой теме можно найти много литературы, в том числе в интернете, но как вариант, обратиться к статье [1]. Чтобы не писать программу с самого начала, уже имеется заготовка программы, которую можно получить от преподавателя.

Эта программа позволяет измерять напряжение с переменного резистора,

подключённого к внешнему выводу PA1 микроконтроллера, и выводить данные в компьютер через УАПП, при этом мигает светодиод на отладочной плате.

Для сбора данных со стороны персонального компьютера можно использовать любую программу - терминал. В стандартной поставке операционной системы Windows в версиях до Windows 7 использовался для этих целей HyperTerminal, но в новых версиях его исключили из стандартной поставки [10]. К счастью эта программа свободно распространяется в сети, откуда её можно легко

загрузить на свой компьютер.

В сети интернет можно также найти другие программные продукты аналогичные *HyperTerminal*. Среди них особо хочется выделить бесплатную программу *Terminal v1.9* от автора *Br@y++* [11]. Эта программа включает

в себя удобный интерфейс по настройке параметров работы *COM*-порта, а также расширенные возможности по управлению поступающим потоком данных из коммуникационного порта. Внешний вид программы представлен на *Рис. 3*.

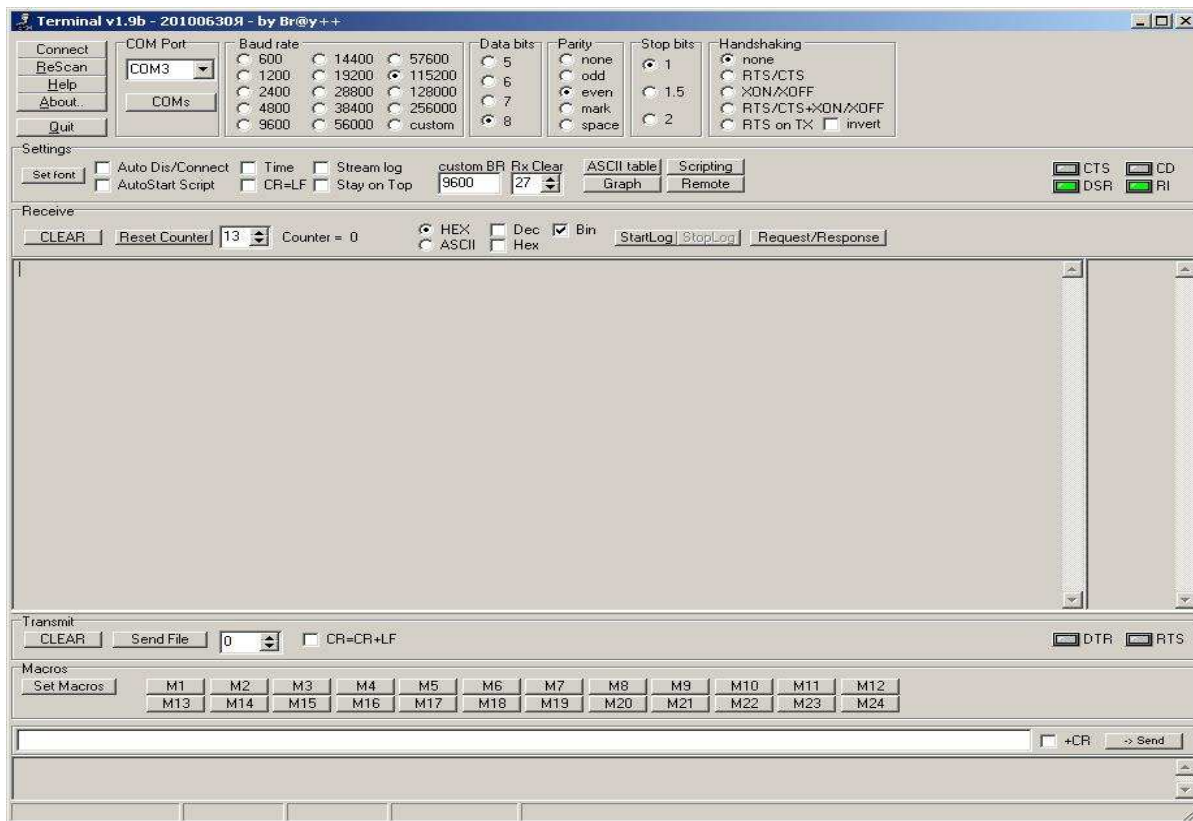


Рис. 3. Внешний вид программы Terminal м 1.9 от автора Br@y++

4. ЗАПУСК СИСТЕМЫ, ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Для запуска системы следует подключить преобразователь *PL2303 USB ↔ TTL* к компьютеру. Если преобразователь подключен в первый раз, то выполняется автоматическая установка драйверов из интернета, как показано на *Рис. 4*. Данное действие справедливо, если у пользователя установлена система *Windows 7*. Если же у пользователя установлена система *Windows XP*, то необходимо скачать и установить драйверы вручную.

Далее следует определить, какой *COM*-порт

появился в системе: Панель управления → Диспетчер устройств → Порты (*COM* и *LPT*).

На *Рис. 5* таким портом является *COM33*. Поскольку не все программы могут работать с большими номерами *COM*-портов, то лучше изменить номер на любой свободный от *COM2* до *COM6*. Для этого достаточно дважды щёлкнуть на иконке порта, номер которого требуется изменить. После этого можно переходить на вкладку «Параметры порта», нажать «Дополнительно». В выпадающем меню можно изменить номер. Если будет выдано информационное сообщение, то следует нажать «Да».

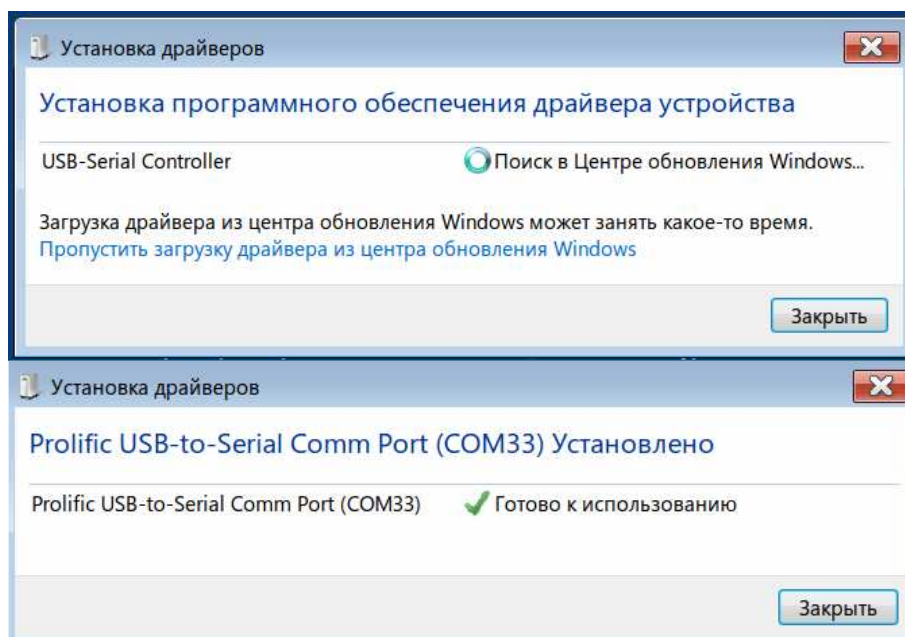


Рис. 4. Установка драйверов преобразователя

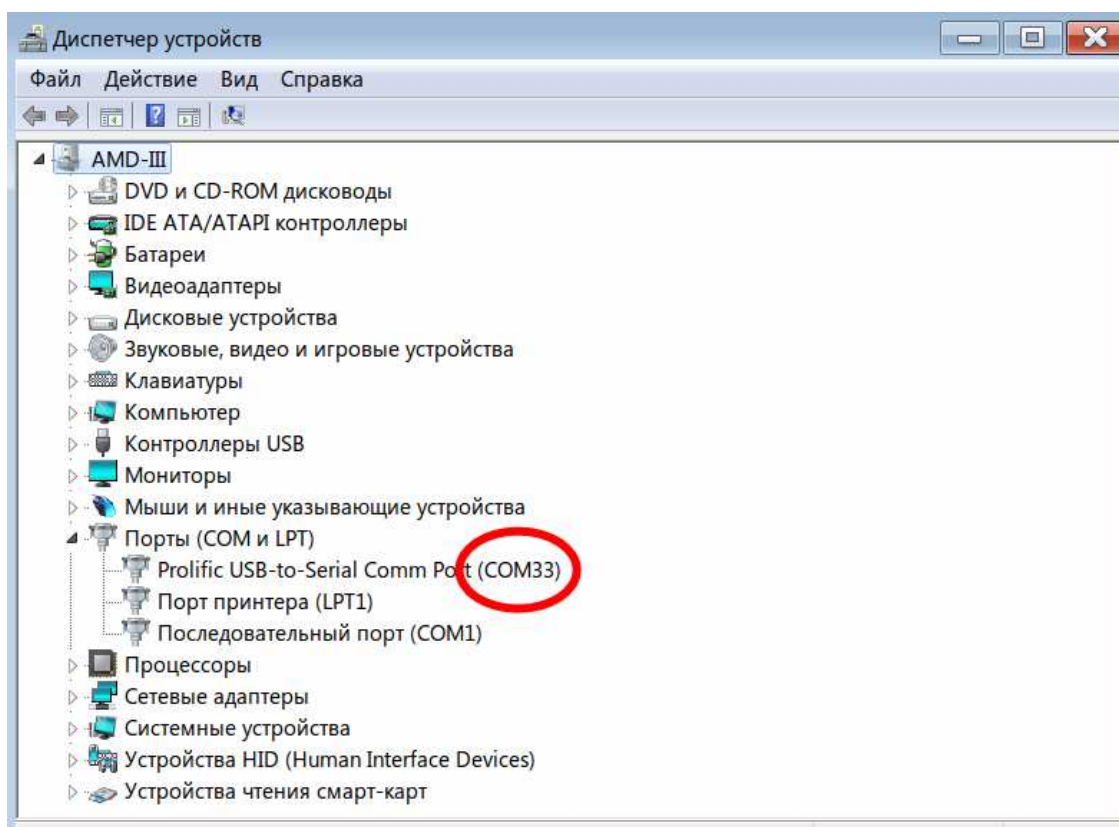


Рис. 5. Определение номера COM-порта

Далее следует убедиться, что на *STM32VLDISCOVERY* перемычки *CN3:1–CN3:2*, *CN3:3–CN3:4* установлены, а там, где *CN2 SWD*, перемычек нет, как показано на *Рис. 6*. Также

требуется подключить устройство к *USB*. Появившееся при автостарте окно можно просто закрыть.

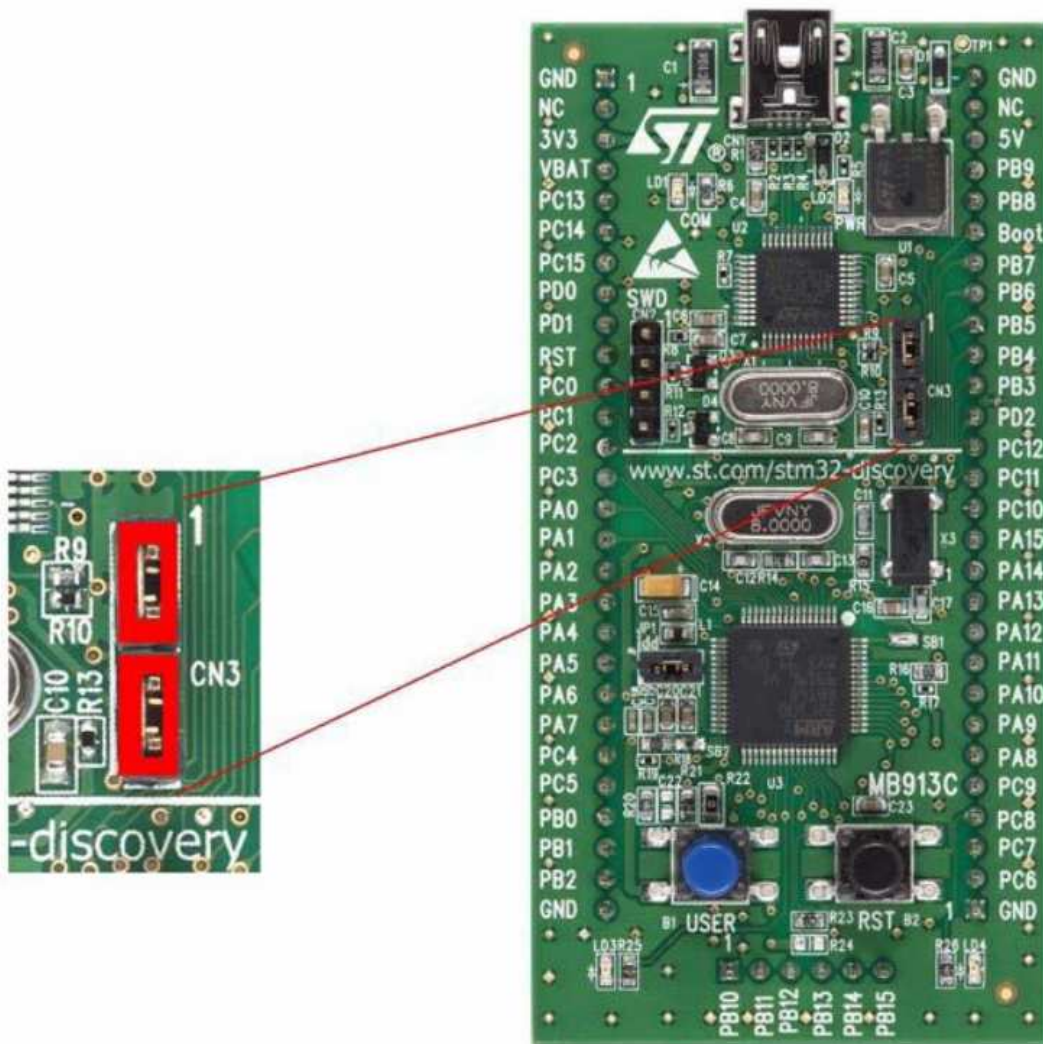


Рис. 6. Положение перемычек

При необходимости требуется компилировать и загрузить программу в *STM32VLDISCOVERY*. После этого необходимо запустить программу *Terminal*. Следует выбрать нужный *COM*-порт, нажать «Connect». Пользователь должен увидеть столбец с

цифрами. Поскольку АЦП в МК двенадцатизрядный, то диапазон чисел будет от 0 до 4095. Далее достаточно выделить числа мышкой, нажать правую кнопку мышки и выбрать «Копировать».

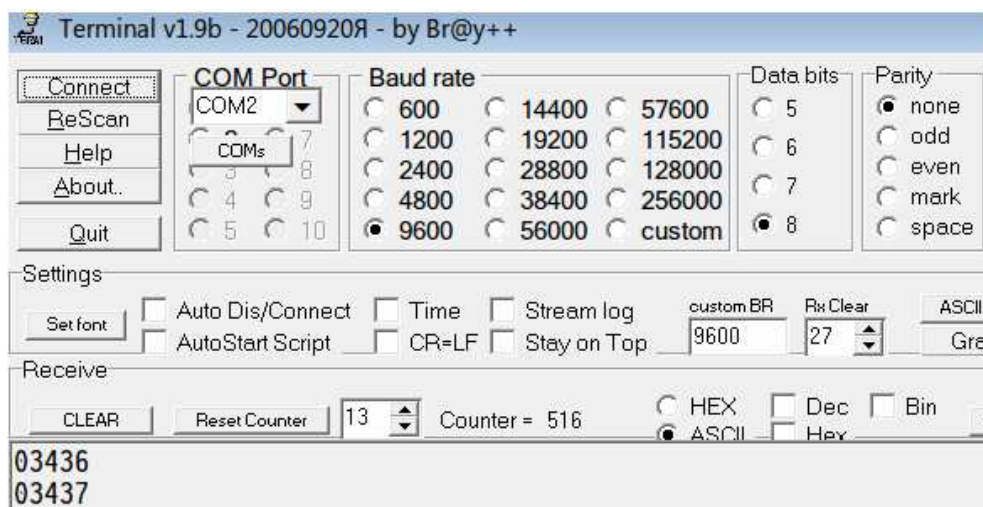


Рис. 7. Данные с АЦП МК

Полученные данные можно вставить из буфера обмена, например, в таблицу *Excel*. Это

позволяет построить график по полученным данным, например, как показано на *Рис. 8*.

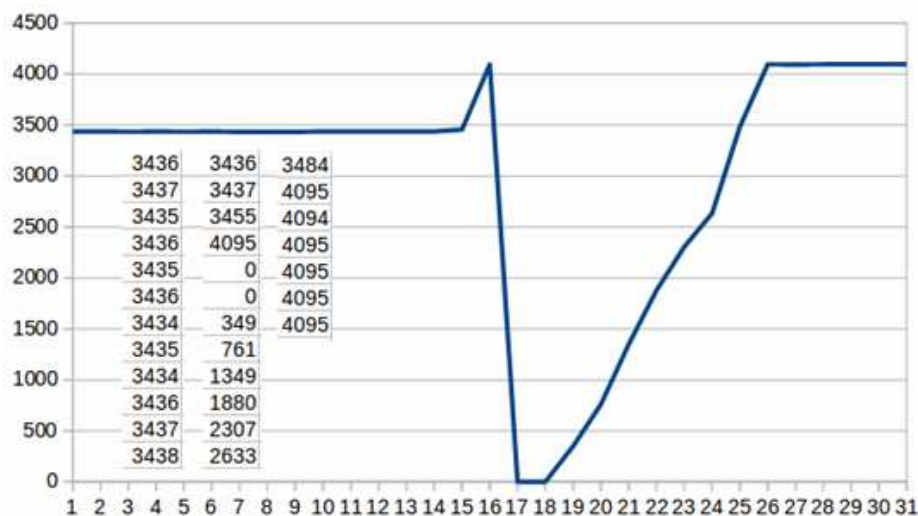


Рис. 8. Данные с АЦП МК и график изменения сигнала

После окончания работы обязательно следует отключить от *USB STM32VLDISCOVERY* и преобразователь.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А.В. Ескин, В.А. Жмудь, В.Г. Трубин *STM32VLDISCOVERY* – средство для быстрой разработки опытных образцов цифровых систем управления ФГБОУ ВПО НГТУ, Новосибирск, Россия. Автоматика и программная инженерия. 2013. №3 (5). С. 32–39. ФГБОУ ВПО НГТУ(Новосибирск, Россия). URL: <http://www.nips.ru/images/stories/zhournal-API/6/aipi-3-2013-6.pdf>
- [2] Ванцев Д.В. Демонстрационная плата *STM32VLDISCOVERY*. Руководство пользователя. URL: http://mcu.ucoz.ru/publ/stm32/stm32_apparatnoe_ob_espechenie/demonstracionnaja_plata_stm32vl_discovery_rukovodstvo_polzovatelja/28-1-0-19 (дата обращения 5.02.14).
- [3] DS6517: Low & medium-density value line, advanced ARM-based 32-bit MCU with 16 to 128 KB Flash, 12 timers, ADC, DAC & 8 comm interfaces. Datasheet production data. URL: <http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/CD00251732.pdf> (дата обращения 5.02.14).
- [4] RM0041: STM32F100xx advanced ARM-based 32-bit MCUs. URL: http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/refere_nce_manual/CD00246267.pdf (дата обращения 5.02.14).
- [5] PL2303 USB To TTL Module Model: IM120525011. ITEAD Intelligent Systems Co.Ltd. URL: <http://imall.iteadstudio.com/im120525011.html> (дата обращения 5.02.14).
- [6] PL-2303HX Edition (Chip Rev D)USB to Serial Bridge Controller. Product Datasheet. URL: http://www.prolific.com.tw/UserFiles/files/ds_pl2303HXD_v1_4_4.pdf (дата обращения 5.02.14).
- [7] Prolific Technology Inc. Smart I/O > Serial / Parallel. URL: <http://www.prolific.com.tw/US/ShowProduct.aspx?pcid=41&showlevel=0017-0037-0041> (дата обращения 5.02.14).
- [8] Ebay. 40PCS Dupont Wire Color Jumper Cable 2.54mm 1P-1P Female to Female For Arduino. URL: http://www.ebay.com/itm/40PCS-Dupont-Wire-Color-Jumper-Cable-2-54mm-1P-1P-Female-to-Female-For-Arduino-/400555980658?pt=LH_DefaultDomain_0&hash=item5d42ff3772. (дата обращения 5.02.14).
- [9] UM0919: STM32VLDISCOVERY STM32 value line Discovery. URL: http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/user_manual/CD00267113.pdf. (дата обращения 5.02.14).
- [10] Справка Microsoft Windows. Что произошло с программой HyperTerminal URL: <http://windows.microsoft.com/ru-ru/windows/what-happened-hyperterminal#1TC=windows-7>. (дата обращения 5.02.14).
- [11] Terminal. Com port development tool. URL: <https://sites.google.com/site/terminalbpp/>. (дата обращения 5.02.14).



Алексей Викторович Ескин - ведущий инженер ООО «КБ Автоматика»,
E-mail: kba-elma@bk.ru



Печников Андрей Львович, вед. инженер ООО «КБ Автоматика». Сфера интересов - разработка специализированной электроники.



Виталий Геннадьевич Трубин, зав. лаб. кафедры Автоматики НГТУ, директор ООО «КБ Автоматика».
E-mail: trubin@ngs.ru

The Use of Platform STM32VLDISCOVERY for Making of Simple Data Acquisition System

A.V. ESKIN, A.L. PECHNIKOV, V.G. TRUBIN

Abstract: In order to apply an effective control algorithm of the automatic control system, it is important to study the properties of the control object to design the whole system. This problem is

usually solved by data acquisition system (DAS), which are often implemented on circuit boards in the body of a personal computer or as a separate device. The cost of these boards is rather high and sometimes use of them is unnecessarily for control of simple objects. The paper proposes a solution of this problem with takes less time and less material resources. This is true for systems with a small number of controlled values (not more then 12), and with a slow variation of the useful signal (1 kHz). This decision will be useful at the stage of prototyping devices with digital control, where it is required the possibility of sensor readings from time to time in text format for further processing (for egxample, for curves plotting in Excel).

Key words: data acquisition system, ADC, computer, measurement, microcontroller, microprocessor.