

## ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Д. М. ОВЧИННИКОВ, А. Ф. КРИВЕЦ

*Учреждение образования*

*«Военная академия Республики Беларусь»*

**Аннотация:** Рассматриваются особенности обучения программированию микроконтроллера STM32F103ZE с использованием отладочной платы EM-STM3210E. При этом особое внимание уделено работе с периферийными устройствами с использованием стандартных библиотек.

В настоящее время микроконтроллеры STM32 находят широкое применение в различных сферах, поэтому умение разрабатывать встраиваемое программное обеспечение для микроконтроллеров является важным направлением подготовки специалиста в области цифровой техники.

Основной особенностью микроконтроллеров STM32 является возможность переноса программного обеспечения с одной модификации микроконтроллера на другую без существенных изменений [1].

Для обучения навыкам программирования микроконтроллеров за основу взята отладочная плата EM-STM3210E на базе 32-битного микроконтроллера STM32F103ZE со следующими элементами:

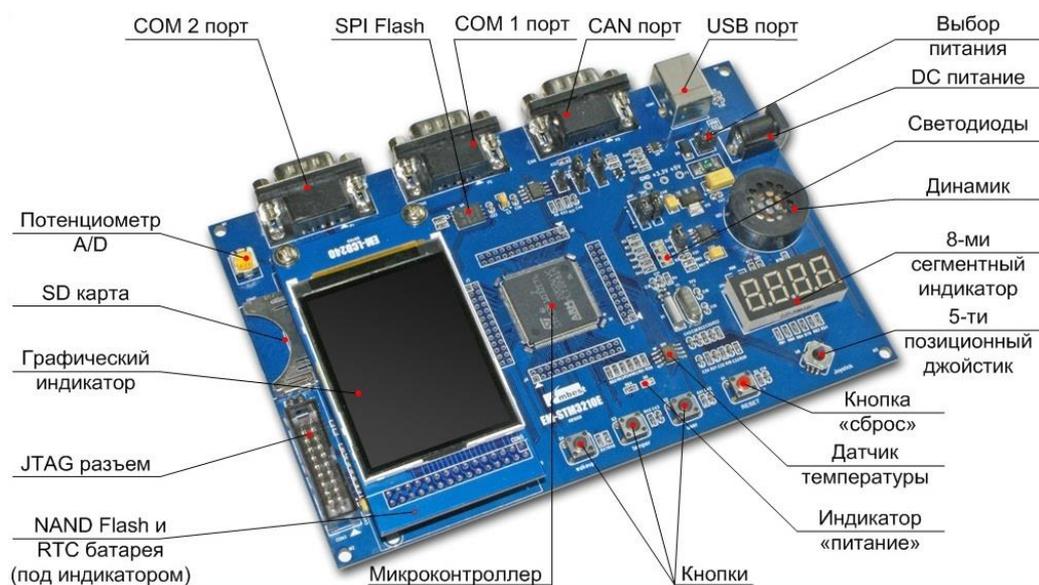
- установленный микроконтроллер Cortex-M3, рабочая частота 72 МГц;
- 512 КБайт Flash память, 64 КБайт SRAM;
- коммуникационные интерфейсы: USB, CAN, UART, SPI, I2C;
- 12-битный АЦП и ЦАП;
- 112 линий ввода/вывода общего назначения;
- часы реального времени с резервным источником питания;
- интерфейс и слот для карт памяти SD;
- ЖК дисплей;
- датчик температуры;
- два коннектора порта RS232 с драйверами;
- пользовательские элементы (кнопки, джойстик, светодиоды, семисегментный 4-разрядный индикатор);
- питание от внешнего источника или от порта USB и др.

Данная плата совместно с интегрированной средой разработки Keil uVision позволяет выполнить полный комплекс работ по созданию программного обеспечения микроконтроллера, начиная с написания кода программы, его отладки и заканчивая непосредственно программированием микроконтроллера.

Наличие разнообразных устройств на отладочной плате позволяет осуществить исследование работы микроконтроллера при выполнении им типовых задач, таких как:

- управление индикаторными устройствами и светоизлучающими элементами;
- отображение информации на графических дисплеях;

- прием данных с элементов ручного управления и датчиков;
- обмен данными с использованием различных протоколов и т. д.



Внешний вид отладочной платы EM-STM3210E

При написании программного кода основное внимание уделяется привитию навыков работы со стандартными библиотеками периферийных устройств `std_periph_lib` и технической документацией. В частности, при работе с конкретной периферией задача обучаемого заключается в умении найти необходимую библиотеку, проанализировать ее содержимое и выбрать необходимые структуры и функции. Например, при управлении таким внешним объектом, как светодиод, обучаемому необходимо:

- по технической документации определить, какой порт микроконтроллера управляет данным светодиодом и какой шиной тактируется данный порт;
- найти в библиотеке функцию включения тактирования порта, структуру настройки порта и параметры настройки;
- используя найденные структуры и функции составить код программы, дополнив его при необходимости пользовательскими функциями.

Такой подход к проведению занятий показал, что обучаемые в дальнейшем способны самостоятельно разрабатывать программное обеспечение для микроконтроллеров серии STM32 для решения более сложных прикладных задач.

### Список литературы

1. Джозеф, Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство / Джозеф Ю; пер. с англ. А. В. Евстифеева. – М. : Издательский дом «Додэка-XXI», 2012. – 552 с.