

# Что такое микроконтроллер?

А что такое компьютер? По сути своей микроконтроллер (далее просто МК, англ. microcontroller или MCU — MicroController Unit) — это маленький компьютер, который разместился в одной микросхеме. Сфера его применения разнообразна, но его главная задача — взаимодействовать с другими электронными схемами и устройствами. В отличие от центрального процессора в вашем компьютере, микроконтроллер включает в себя энергонезависимую и оперативную память, а также множество периферийных устройств: порты ввода/вывода общего назначения (англ. general-purpose input/output), таймеры/счетчики (англ. timers/counters), модуль аналого-цифрового преобразования (далее АЦП, англ. ADC — analog-to-digital converter) и ему противоположный цифро-аналоговый преобразователь (далее ЦАП, англ. DAC — digital-to-analog converter), аппаратные решения для разнообразных интерфейсов — USART, SPI, I<sup>2</sup>C и т.д. В каждом конкретном микроконтроллере могут содержаться различные периферийные устройства, более того, может быть несколько ADC или USART. Некоторые из перечисленных периферийных устройств мы рассмотрим в данном курсе.

В современном мире микроконтроллеры можно встретить практически везде, будь то микроволновка или даже... умный тостер. В современных автомобилях присутствуют микроконтроллеры, от тех, что собирают данные и отправляют на бортовой компьютер (по интерфейсу CAN), до самого бортового компьютера. На данный момент существует огромное количество компаний, так или иначе выпускающих компьютеры на одном кристалле, среди которых *Renesas Electronics*, *Atmel*, *Microchip*, *Freescale Semiconductor*, *Texas Instruments*, *NXP Semiconductor*, *Fujitsu*, *ST Microelectronics* и многие другие.

## Классификация

Устоявшейся классификации не существует, однако их можно разделить по трём признакам: набору инструкций и разрядности (размер обрабатываемых данных — 2<sup>n</sup> бит), а также по их назначению.

### Классификация МК по набору инструкций вычислительной системы

- CISC (англ. Complex Instruction Set Computing) — больше присуща процессорам (так, x86 имеет данную архитектуру), из микроконтроллеров её унаследовало ядро 8051 (которое разработала Intel);
- RISC (англ. Reduced Instruction Set Computing) — используется в большинстве микроконтроллеров.

Данный курс не предусматривает разбор архитектуры, обзор преимуществ и недостатков. Заметим лишь то, что в RISC, исходя из названия, имеется сокращенный набор команд. Все инструкции фиксированной длины и выполняются за один цикл. Такой подход позволяет упростить реализацию в железе, но повышает сложность компилятора. ARM-ядро, которым оснащен изучаемый нами микроконтроллер, имеет RISC-архитектуру (не в чистом виде). Не все инструкции ARM выполняются за один цикл.

### Классификация МК по разрядности шины данных ЦПУ

- 8-битные (например, Atmel ATtiny/ATmega/ATXmega, STM8 и др.);
- 16-битные (например, Texas Instruments MSP430, Microchip PIC24 и др.);
- 32-битные (STM32, NXP LPC2xxx и др.)

## Классификация МК по назначению

- универсальные — данный вид МК появился раньше всех, они содержат разнообразную периферию, которая уже упоминалась выше: порты ввода-вывода, таймеры/счетчики, канал DMA, интерфейс UART, аналоговый компаратор и т. д.;
- специализированные — по мере развития цифровой техники стало ясно, что для решения конкретных задач нужны «заточенные» под определенную задачу микроконтроллеры, например, MP3-декодер или различного рода DSP (от англ. digital signal processor).

Современные универсальные МК имеют на борту модули, а по сути, другие МК, которые аппаратно реализуют такие интерфейсы, как SPI, I<sup>2</sup>C, USB, CAN и т. д.

## Что такое Cortex?

В данном курсе мы будем использовать универсальный микроконтроллер с 32-битной шиной данных, с набором инструкций RISC (во многом бесполезная информация для вас сейчас) и ядром ARM Cortex. Но что такое Cortex?

Семейство ARM Cortex — это новое поколение процессоров со стандартизированной архитектурой для решения широкого круга задач.

*Семейство Cortex имеет три линейки:*

- **A** — для высокопроизводительных приложений (в вашем телефоне стоит такой);
- **R** — для приложений реального времени;
- **M** — для бюджетных приложений.

У ST Microelectronics имеются разные серии микроконтроллеров:

F0 (Cortex M0), **F1 (Cortex M3)**, F3 (Cortex M4 с инструкциями DSP и FPU), F4 (Cortex M4) и F7 (Cortex M7). Число после буквы M обозначает уровень производительности ядра. Чем оно больше — тем мощнее микроконтроллер.

А в чём, собственно, разница между всеми этими микроконтроллерами, какой выбрать? Почему в этом курсе рассказывается об ARM? Во многом это религиозный вопрос (выбор МК), кому как удобнее. Однако по соотношению цена/производительность ARM лучший. С каждым днем он завоевывает всё большую долю рынка.

Характеристика	ARM	8051	AVR	PIC	MSP430
Разрядность (бит)	32/64	8	8/32	8/16/32	16
Такт/Инструкция	12	1	1	4	6
ISA	RISC	CISC	RISC	Частично RISC	Частично RISC
Поддержка (сообщество)	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★
Цена	★★	★	★★★★	★★★★	★★★★
Энергопотребление	★★	★★★	★★	★★	🌀

У всего есть свои плюсы и минусы. Невозможно однозначно сказать, какой микроконтроллер лучше.

- Ставьте **ARM**, если ваше устройство должно управлять чем-то в реальном времени: он обладает большой производительностью, работает с современными протоколами и имеет периферию, такую как АЦП.
- Ставьте **8051**, если ваше устройство нуждается в меньшей функциональности и имеет ограниченный бюджет.
- Ставьте **AVR**, если собираете, скажем, робота, ведь много энтузиастов уже собирали их именно на AVR, т.е. уже существует огромное количество написанных библиотек.
- Ставьте **PIC**, если производите системы управления ТВ, холодильниками или другими несложными устройствами.
- Ставьте **MSP430**, если хотите, чтобы ваше устройство проработало пять лет от одной батарейки типа AA: этот МК может работать при напряжении питания 0,9 В.

Ну а мы будем работать с ARM, а если быть совсем точным, **STM32F103C8T6**. Такое «сложное» название имеет расшифровку:

**Тип:** F — общее применение; L — с низким энергопотреблением; TS — семейство TouchScreen; W — семейство wireless system-on-chip.

**Подсемейство:** 051; 100; 103; и т.д.

**Количество выводов:** F — 20; G — 28; K — 32; T — 36; H — 40; C — 48/49; R — 64; O — 90; V — 100; Z — 144; I — 176; B — 208; N — 216.

**Память, КБ:** 4 — 16; 6 — 32; 8 — 64; B — 128; Z — 192; C — 256; D — 384; E — 512; F — 768; G — 1024; I — 2048.

**Корпус:** H — UFBGA; N — TFBGA; P — TSSOP; T — LQFP; U — V/UFQFPN; Y — WLCSP.

**Диапазон температур:** 6 — -40 ... +85 °C; 7 — -40 ... +105 °C.

---

[Назад](#) | [Оглавление](#) | [Дальше](#)