



**ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ**  
на основе отечественных микросхем серии 1986BE9х  
разработки и производства компании «Миландр»

**Назначение:** курс посвящен изучению основ программирования 32-разрядных микроконтроллеров серии 1986BE9х с использованием языка Си. Ориентирован на специалистов инженерно-технического профиля: схемотехников, программистов, конструкторов, испытателей.

**Требования:** предполагается наличие базовых знаний программирования на языке Си. Отсутствие таких знаний увеличит трудоемкость освоения аппаратного программирования, однако не будет являться непреодолимым барьером ввиду специфики методического подхода.

**Оборудование:** аппаратное обеспечение состоит из демонстрационно-отладочной платы для микроконтроллера 1986BE92У, USB программатора-отладчика J-LINK, периферийного оборудования (индикаторов, датчиков, устройств ввода), и измерительного оборудования (мультиметров, осциллографов). В качестве программного обеспечения используется среда программирования Keil  $\mu$ Vision под операционной системой Windows, а также драйверы для устройств аппаратной части.

Микросхемы серии 1986BE9х – это 32-разрядные высокопроизводительные микроконтроллеры с архитектурой процессорного ядра ARM Cortex-M3 и развитым набором периферийных устройств. Данные микроконтроллеры являются управляющим элементами широкого спектра применения – от бытовых приборов до специальной техники и систем повышенной надежности.

**Методика:** поскольку метод обратной разработки является наиболее эффективным при изучении 32-разрядных микроконтроллеров, то отправной точкой изучения служат специально разработанные программные проекты с подробным описанием исходного кода, покрывающие некоторую ограниченную функциональность микроконтроллера. Освоение происходит путем внесения изменений в проект с постоянным контролем их работоспособности в комплексе с использованием инструментов анализа и технической документации.

Программа разбита на тематические разделы. К каждому разделу прилагается описание, содержащее теоретические сведения и практические рекомендации по программированию и электротехнике. Основное внимание уделено работе со встроенными в микроконтроллер периферийными устройствами – портами ввода-вывода, аналого-цифровыми и цифро-аналоговыми преобразователями, аппаратными таймерами,

интерфейсами передачи данных и т.д. Широко используется механизм прямого доступа к памяти, а также операционная система реального времени CMSIS RTOS2. В завершение каждого раздела предлагается выполнить ряд заданий для самоконтроля. Кроме того, в программе предусмотрено время для работы над задачами повышенной сложности. Выполнение таких задач является опциональным, однако значительно увеличивает качество освоения учебного материала.

**Тематический план:** структура курса приведена в таблице 1. По желанию заказчика возможна расстановка акцентов на каких-либо областях работы с микроконтроллерами, увеличение объема программы за счет внедрения иных требуемых тематических разделов или сокращение за счет устранения неприоритетных.

Таблица 1 –Тематический план курса

№ п/п	Наименование тематических разделов	Объем работы, академ. часов
1	Введение	2
2	Создание и конфигурация проектов в среде Keil $\mu$ Vision	2
3	Порты ввода-вывода общего назначения	2
4	Операционные системы реального времени	2
5	Система тактирования	1
6	Аппаратные прерывания	1
7	Аппаратные таймеры в базовом режиме	2
8	Прямой доступ к памяти	2
9	Аналого-цифровой преобразователь	6
10	Цифро-аналоговый преобразователь	4
11	Аппаратные таймеры в режиме широтно-импульсной модуляции	4
12	Универсальный асинхронный приемопередатчик (UART)	4
13	Последовательный периферийный интерфейс (SPI)	4
14	Двухпроводной последовательный интерфейс (I <sup>2</sup> C)	4
Полный объем программы		40

По окончании обучения каждому участнику вручается именной сертификат, подтверждающий успешное прохождение курса с указанием его объема и учебной тематики.