

Учебный курс  
«ВВЕДЕНИЕ ВО  
ВСТРАИВАЕМЫЕ  
СИСТЕМЫ»



Состоит из двух частей:

- **Введение во встраиваемые системы. Часть 1.**  
**Использование Linux и микропроцессорные системы;**
- **Введение во встраиваемые системы. Часть 2.**  
**Программирование встраиваемых систем на основе Linux.**

## Цель курса «Введение во встраиваемые системы. Часть 1»

**Целью курса** является приобретение знаний в области аппаратного и программного обеспечения встраиваемых систем а также базовых навыков программирования встраиваемых систем.

Полученные знания и навыки позволят выпускникам курса заниматься разработкой встраиваемых систем, таких как телекоммуникационное оборудование, устройства интернета вещей, системы умного дома, системы управления, контроля и мониторинга и др.

В курсе рассматриваются:

- основы использования операционной системы Linux,
- элементы администрирования систем на основе Linux,
- устройство и применение микропроцессоров и микроконтроллеров,
- использование различных датчиков и исполнительных устройств,
- основы программирования микроконтроллеров с использованием языка программирования C.

## Оборудование, используемое в курсе «Введение во встраиваемые системы часть 1»

- для каждого слушателя 1 **компьютер** под управлением ОС **Windows** или ОС **Linux**,
- для каждого слушателя 1 **учебный лабораторный стенд DTK-1**,
- программное обеспечение: программа **Etcher**, программа **PuTTY** или **Minicom** (для Linux), кросс платформенная среда программирования **Arduino IDE**, программа **Atmel Studio 7.0** (build 1931).

1. Микрокомпьютер Orange Pi Zero;
2. Плата расширения, в которую входит микроконтроллер Atmel AVR ATМega 328P и светодиоды;
3. Программатор USBISP;
4. Кнопочный модуль для Arduino;
5. Цифровой датчик температуры;
6. Линейный потенциометр для Arduino;
7. Четырехканальный релейный модуль для Arduino;
8. Сервопривод аналоговый;
9. Логический анализатор;
10. Консольный кабель USB-TTL;
11. Набор соединительных проводов;
12. Блок питания 5В, не ниже 2,4А;
13. Карта памяти MicroSD (не менее 8 Гб).



Разделы теоретической части курса:

- 1. Основы работы с ОС Linux и базовым программным обеспечением**
- 2. Микроконтроллеры и микропроцессоры**

## Лабораторные работы курса «Введение во встраиваемые системы. Часть 1»

- Лабораторная работа №1. **Знакомство с учебным стендом DTK-1**
- Лабораторная работа №2. **Основные команды Linux**
- Лабораторная работа №3. **Командные файлы и язык Shell**
- Лабораторная работа №4. **Компилятор GCC. Утилита Make**
- Лабораторная работа №5. **Использование интерфейса GPIO. Часть 1**
- Лабораторная работа №6. **Использование интерфейса GPIO. Часть 2**
- Лабораторная работа №7. **Аналогово-цифровые преобразователи. Широтно-импульсная модуляция**
- Лабораторная работа №8. **Последовательный интерфейс UART. Особенности настройки и программирования**
- Лабораторная работа №9. **Последовательный интерфейс I<sup>2</sup>C. Обработка информации от датчиков**
- Лабораторная работа №10. **Программирование арифметических и логических операций на языке ASSEMBLER**



В настоящее время разрабатываются дополнительные лабораторные работы, направленные на изучение особенностей встраиваемых систем, построенных на устройствах типа «Система на кристалле», на примере микроконтроллеров (МК).

## Основные задачи:

- более глубокое изучение микропроцессоров и микроконтроллеров на примере МК семейства AVR;
- получение практических навыков программирования на языке Assembler на примере МК семейства AVR;
- закрепление навыков программирования микроконтроллеров с использованием языка высокого уровня C;
- получение навыков программирования микроконтроллеров с использованием языка высокого уровня C (на «голом железе») с применением библиотек, предоставляемых производителем микросхемы.

## Расширение курса. Дополнительные лабораторные работы

- Лабораторная работа №1. **Изучение архитектуры и структуры МК AVR Atmega 328P**
- Лабораторная работа №2. **Выполнение арифметических и логических операций в МК AVR**
- Лабораторная работа №3. **Обработка массивов данных в МК AVR**
- Лабораторная работа №4. **Изучение выводов МК AVR Atmega 328P. Работа с выводами общего назначения**
- Лабораторная работа №5. **Работа с внешними прерываниями в МК AVR Atmega 328P**
- Лабораторная работа №6. **Изучение таймеров AVR Atmega 328P**
- Лабораторная работа №7. **Аналого-цифровой преобразователь AVR Atmega 328P**
- Лабораторная работа №8. **Последовательный интерфейс UART в МК AVR**
- Лабораторная работа №9. **Последовательный интерфейс SPI в МК AVR**
- Лабораторная работа №10. **Последовательный интерфейс I<sup>2</sup>C в МК AVR**

## Цель курса «Введение во встраиваемые системы. Часть 2»

**Целью курса** является приобретение знаний и навыков в области проектирования программной составляющей встраиваемых систем на основе Linux.

После прохождения курса слушатели смогут:

- получить общее представление о встраиваемых системах на основе Linux и областях их применения;
- получить знания об организации аппаратного и программного обеспечения встраиваемых систем на основе Linux;
- получить знания об основных типах лицензий на свободное программное обеспечение, используемое во встраиваемых системах на основе Linux;
- выполнять кросс-компиляцию программ под заданную архитектуру встраиваемых систем;
- выполнять сборку тулчейна с помощью утилиты Crosstool-ng;
- получить знания об устройстве и применении основных файловых систем для флеш-носителей данных, используемых во встраиваемых системах;

## Цель курса «Введение во встраиваемые системы. Часть 2»

- выполнять конфигурацию, сборку и установку ядра Linux в соответствии с требованиями определенной встраиваемой системы;
- выполнять конфигурацию и сборку загрузчика U-Boot в соответствии с требованиями определенной встраиваемой системы;
- выполнять конфигурацию, сборку и установку программы BusyBox и использовать ее в качестве командного интерфейса встраиваемой системы;
- выполнять разработку собственных апплетов программы BusyBox;
- использовать систему сборки корневой файловой системы Buildroot для получения образа программного обеспечения, готового к загрузке во встраиваемую систему;
- выполнять настройку системы Buildroot под требования своего проекта;
- выполнять разработку собственных пакетов для системы сборки корневой файловой системы Buildroot.

## Оборудование, используемое в курсе «Введение во встраиваемые системы часть 2»

- для каждого слушателя 1 **компьютер** под управлением ОС **Windows** или ОС **Linux**,
- для каждого слушателя 1 **учебный лабораторный стенд DTK-1**,
- программное обеспечение: программа **Etcher**, программа **PuTTY** или **Minicom** (для Linux).

Основные темы теоретической части курса:

1. Встраиваемые системы на основе Linux
2. Организация хранения данных во встраиваемой системе. Файловые системы для флеш-устройств
3. Тулчейн
4. Загрузчики для встраиваемых систем. Загрузчик U-Boot
5. Ядро Linux. Компиляция ядра Linux
6. Общая архитектура ядра Linux
7. Реализация пространства пользователя во встраиваемой системе. Программа BusyBox
8. Система сборки корневой файловой системы Buildroot

## Лабораторные работы курса «Введение во встраиваемые системы. Часть 2»

- Лабораторная работа №1. **Исследование встраиваемой системы на примере микрокомпьютера Orange Pi Zero**
- Лабораторная работа №2. **Сборка тулчейна для кросс-компиляции с помощью системы сборки Buildroot**
- Лабораторная работа №3. **Кросс-компиляция программ с использованием готового тулчейна**
- Лабораторная работа №4. **Изучение загрузчика U-Boot**
- Лабораторная работа №5. **Компиляция ядра Linux**
- Лабораторная работа №6. **Компиляция программы BusyBox**
- Лабораторная работа №7. **Создание с нуля программной составляющей встраиваемой системы на основе ядра Linux и программы BusyBox**
- Лабораторная работа №8. **Изучение системы сборки корневой файловой системы Buildroot**
- Лабораторная работа №9. **Создание пакета для системы сборки корневой файловой системы Buildroot**

## Другие учебные курсы компании D-Link

Также компанией D-Link разработаны и доступны для изучения в очной форме и на портале дистанционного обучения и сертификации D-Link следующие учебные курсы:

- «Основы сетевых технологий. Часть 1: Передача и коммутация данных в компьютерных сетях»;
- «Основы сетевых технологий. Часть 2: Беспроводные сети Wi-Fi»;
- «Основы сетевых технологий. Часть 3: Технологии TCP/IP»;
- «Технологии коммутации современных сетей Ethernet»;
- «Основы сетевой безопасности. Часть 1: Межсетевые экраны»;
- «Основы сетевой безопасности. Часть 2: Технологии туннелирования»;
- «Использование Linux при программировании».