

Описание курса «Введение во встраиваемые системы. Часть 1: Использование Linux и микропроцессорные системы»

Целевая аудитория

Курс «Введение во встраиваемые системы. Часть 1: Использование Linux и микропроцессорные системы» предназначен для специалистов предприятий, занимающихся разработкой и тестированием программного обеспечения, сетевым и системным администрированием, внедрением новых информационных технологий, студентов, направлений 230100 «Информатика и вычислительная техника», 010500 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», 231000 «Программная инженерия», студентов специальности 090301 «Компьютерная безопасность», а также всех, кто интересуется современными компьютерными технологиями и проектированием встраиваемых систем.

Предварительная подготовка

Данный курс не требует предварительной подготовки. Желателен опыт программирования на каком-либо языке программирования.

Описание курса

Длительность курса – 72 академических часа. Курс включает лекционную и практическую части.

Целью курса является приобретение знаний в области аппаратного и программного обеспечения встраиваемых систем, а также базовых навыков программирования встраиваемых систем. Курс затрагивает комплекс вопросов, связанных с разработкой программного обеспечения для встраиваемых систем – основы использования и элементы администрирования систем на основе Linux, устройство и применение микропроцессоров и микроконтроллеров, использование различных датчиков и исполнительных устройств.

Курс может использоваться как независимый или часть большого курса в средних специальных, профессиональных и высших образовательных учреждениях.

Для выполнения практической части курса разработан учебный лабораторный стенд ДТК-1, состоящий из микрокомпьютера Orange Pi Zero, функционирующего под управлением ОС Linux, и платы расширения – периферийного контроллера на основе микроконтроллера Atmel Atmega328P.

После прохождения курса слушатели смогут:

- получить знания об основных особенностях операционной системы Linux, в том числе при функционировании во встраиваемой системе;
- выполнять основные действия с файлами, каталогами и процессами с помощью интерфейса командной строки Linux;
- использовать утилиты командной строки Linux для обработки текстовой информации;
- разрабатывать скрипты на языке Shell;
- выполнять установку, обновление и удаление программ для Linux с помощью утилиты Apt;
- выполнять настройку параметров сетевых интерфейсов в Linux;
- выполнять компиляцию программ на языках C и C++ с помощью компилятора GNU GCC;
- работать с системой сборки GNU Make;

- получить знания об устройстве, архитектурах и основных узлах современных микропроцессорных систем;
- получить знания об устройстве и основных типах микроконтроллеров семейства AVR;
- получить знания об устройстве и основных типах микропроцессоров семейства ARM;
- выполнять разработку программ для микроконтроллеров семейства AVR на языках программирования Assembler и C;

Оборудование

Для проведения лабораторных работ по курсу требуется следующий комплект оборудования:

- для каждого слушателя 1 компьютер под управлением ОС Windows или ОС Linux;
- для каждого слушателя 1 учебный лабораторный стенд DTK-1.

Состав учебного стенда DTK-1

1. Микрокомпьютер Orange Pi Zero;
2. Расширенная плата, в которую входит микроконтроллер AVR 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. Консольный кабель USB-TTL;
10. Набор соединительных проводов;
11. Блок питания 5В, не ниже 2,4А;
12. Карта памяти MicroSD (не менее 8 Гб);

По вопросам приобретения учебного стенда DTK-1 обращайтесь по почте:
ebogdanova@dlink.ru

Содержание курса

1. Основы работы с ОС Linux и базовым программным обеспечением

- 1.1 Структура программного обеспечения учебного контроллера. Дистрибутивы Linux для встроенных систем
- 1.2 Особенности работы и настройки учебного контроллера: подключение к консольному порту и по протоколу SSH
- 1.3 Пользователи системы в Linux. Администратор
- 1.4 Типы файлов в Linux
- 1.5 Дерево каталогов. Монтирование файловых систем
- 1.6 Понятия «владелец файла» и «права доступа к файлу»
- 1.7 Структура команды в Linux
- 1.8 Команда sudo
- 1.9 Команды man и info
- 1.10 Команды Linux для работы файлами и каталогами
- 1.11 Команды Linux для работы с процессами
- 1.12 Команды Linux для установки и удаления программ
- 1.13 Команды Linux для настройки сети

- 1.14 Стандартные потоки ввода-вывода. Перенаправление ввода-вывода команд
- 1.15 Конвейеры. Команды-фильтры
- 1.16 Команда `wc`
- 1.17 Команды `tail` и `head`
- 1.18 Команда `sort`
- 1.19 Команда `cut`
- 1.20 Команда `egrep`
- 1.21 Общие сведения о языке Unix Shell
- 1.22 Пример скрипта на Shell
- 1.23 Пользовательские переменные. Ввод-вывод
- 1.24 Позиционные и специальные параметры. Переменные окружения
- 1.25 Скобки и кавычки
- 1.26 Оператор `if`. Команда `test`
- 1.27 Оператор `case`
- 1.28 Оператор `for`
- 1.29 Операторы `while` и `until`
- 1.30 Операторы `break` и `continue`
- 1.30 Функции
- 1.31 Языки программирования, используемые при разработке программ для встроенных систем
- 1.32 Общие сведения о компиляторе GCC
- 1.33 Компиляция и запуск программ на языке C
- 1.34 Основные этапы компиляции программ в компиляторе GCC
- 1.35 Компиляция и запуск программ на языке C++
- 1.36 Другие полезные опции компилятора
- 1.37 Понятие о системах сборки
- 1.38 Утилита `Make`
- 1.39 Введение в написание `Make`-файлов
- 1.40 Алгоритм работы утилиты `make`
- 1.41 Стандартные имена целей
- 1.42 Использование переменных в `Make`

2. Микроконтроллеры и микропроцессоры

- 2.1 Узлы микропроцессорных систем
- 2.2 Логические элементы, комбинационные схемы
- 2.3 Схемы с памятью
- 2.4 Микропроцессор
- 2.5 Оперативная память
- 2.6 Внешняя память
- 2.7 Графические процессоры
- 2.8 Периферийные устройства МПС, архитектура МПС
- 2.9 Центральное процессорное устройство микроконтроллера
- 2.10 Память микроконтроллеров
- 2.11 Тактовый генератор
- 2.12 Система синхронизации
- 2.13 Таймер, RTC
- 2.14 Контроллер прерываний
- 2.15 Интерфейсы периферийных устройств
- 2.16 Семейства и версии микроконтроллеров AVR
- 2.17 Характеристики встроенной периферии МК AVR
- 2.18 AVR ATmega328P
- 2.19 Платформа Arduino

- 2.20 Микропроцессоры и микроконтроллеры ARM. Основные сведения
- 2.21 Семейства ядер ARM
- 2.22 Архитектура MIPS
- 2.23 Системы на кристалле
- 2.24 Встраиваемые системы
- 2.25 Низкоуровневый язык программирования Assembler
- 2.26 Программирование МК на языках высокого уровня
- 2.27 Программирование Arduino
- 2.28 Программирование МК ARM Cortex-M. Стандарт CMSIS
- 2.29 Стандартные библиотеки языка C
- 2.30 MicroPython
- 2.31 Программирование встраиваемых систем «под операционной системой»

Лабораторные работы (основной блок)

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 I2C. Обработка информации от датчиков**

Лабораторная работа №10. **Программирование арифметических и логических операций на языке Assembler**

Расширение курса «Введение во встраиваемые системы. Часть 1: Использование Linux и микропроцессорные системы»

Целью расширения курса является более глубокое изучение особенностей встраиваемых систем, построенных на устройствах типа «Система на кристалле», на примере микроконтроллеров. Длительность – 40 часов.

Основные задачи:

- изучение архитектурных особенностей микроконтроллеров семейства AVR;
- получение практических навыков выполнения математических операций при ограничении разрядности (8 разрядный процессор), а также ограничении системы команд (отсутствие операции деления);
- получение практических навыков работы с периферийными устройствами микроконтроллера;
- получение практических навыков программирования на языке Assembler на примере микроконтроллеров 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;
- получение навыков работы с технической документацией;

- изучение простых интерфейсов передачи данных.

Курс позволит обучающимся получить общее представление об организации работы микропроцессорной системы, о глубокой и точной настройке ее узлов. Обучающиеся получают навыки работы на языке низкого уровня assembler, изучат особенности системы команд и ее узкие места.

В рамках расширения данного курса будут предложены 10 лабораторных работ (находятся в разработке).

Лабораторные работы (расширенный блок)

Лабораторная работа №1. **Изучение архитектуры и структуры микроконтроллера AVR Atmega328P**

Лабораторная работа №2. **Выполнение арифметических и логических операций в микроконтроллерах AVR**

Лабораторная работа №3. **Обработка массивов данных в микроконтроллерах AVR**

Лабораторная работа №4. **Изучение выводов микроконтроллера AVR ATmega328P.**

Работа с выводами общего назначения

Лабораторная работа №5. **Работа с внешними прерываниями в микроконтроллере AVR ATmega328P**

Лабораторная работа №6. **Изучение таймеров AVR ATmega328P**

Лабораторная работа №7. **Аналогово-цифровой преобразователь AVR ATmega328P**

Лабораторная работа №8. **Последовательный интерфейс UART в микроконтроллере AVR**

Лабораторная работа №9. **Последовательный интерфейс SPI в микроконтроллере AVR**

Лабораторная работа №10. **Последовательный интерфейс I²C в микроконтроллере AVR**