**Программа курса**

|  |  |
| --- | --- |
| Название | **«Создание приложений на базе RISC‑V и FreeRTOS (LFD112x)** |
| Авторы | Кириленко Я.А. (адаптация) |
| Краткая аннотация | Курс рассказывает о встроенных системах в целом, а также о RISC‑V и FreeRTOS в частности. |
| Более подробное описание | Курс содержит введение в системы и встроенные системы, подробную информацию об операционной системе реального времени FreeRTOS, введение в RISC‑V ISA и инструкции по интеграции RISC‑V и FreeRTOS в контексте создания приложений реального времени. |
| Цель курса | Сформировать представление о встроенных системах, RISC‑V и ОСРВ FreeRTOS, дать знания интеграции процессоров RISC‑V с FreeRTOS для приложений реального времени. |
| Образовательное направление |  |
| Рекомендуется студентам (для кого предназначен) | Рекомендуется студентам в рамках дисциплин «Операционные системы», «Архитектура ЭВМ», «Проектирование цифровых систем». |
| Длительность | 5 дней |
| Объем лекций (часов) | 10 |
| Объем семинаров (часов) | - |
| Практикумы (часов) | - |
| Лабораторные работы (часов) | 1 |
| Тесты (наличие) | нет |
| Итоговый экзамен (наличие) | нет |
| Предварительные знания | Понимание компиляции и запуска программ на языке C, базовые знания встроенных систем и процессоров, английский на уровне чтения документации. |
| Планируемые результаты обучения | Уметь: портировать приложения FreeRTOS на процессоры RISC‑V, создавать приложения под FreeRTOS и RISC‑V. |
| Содержание учебной дисциплины, примерный план | * список ниже |
| Элементы текущего контроля и итогового тестирования | нет |
| Список литературы (основная, дополнительная) | [Mastering the FreeRTOS™ Real Time Kernel, A Hands-On Tutorial Guide](https://www.freertos.org/Documentation/Mastering-the-FreeRTOS-Real-Time-Kernel.v1.0.pdf), Richard Barry -and- The FreeRTOS Team. “[The RISC‑V Instruction Set Manual, Volume I: User-Level ISA, Document Version 20191213](https://drive.google.com/file/d/1s0lZxUZaa7eV_O0_WsZzaurFLLww7ou5/view)”, Editors Andrew Waterman and Krste Asanovi ́c, RISC-V Foundation, December 2019. |
| Использованы материалы, распространяемые под лицензией | Только [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru). |

### Содержание учебной дисциплины, примерный план

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА**

Адаптация курса «Building Applications with RISC‑V and FreeRTOS (LFD112x)»

Глава 1. Введение в RTOS и встраиваемые системы.

* Концепции инженерных и встраиваемых систем
* Аппаратные и программные компоненты встраиваемых систем
* Уровни встраиваемого программного обеспечения
* Операционные системы реального времени
  + Взаимодействие между задачами и совместное использование ресурсов
  + Распределение памяти
  + Доступные решения

Глава 2. FreeRTOS.

* Требования приложений
  + Технические требования
  + Требования к обслуживанию и эффективности
* Описание FreeRTOS
* Особенности FreeRTOS
* Содержание и структура дистрибутива
* Компоненты FreeRTOS и их применение
  + Управление памятью
  + Задачи
  + Очереди, семафоры и мьютексы
  + Прямые уведомления о задачах
  + Буферы потоков и сообщений
  + Таймеры
* Создание приложений на базе FreeRTOS
* Запуск примера на Qemu

Глава 3. Портирование FreeRTOS на другую программную или аппаратную платформу.

* Требования для портирования FreeRTOS
* Пример портирования на новую аппаратную платформу
  + Начальная настройка
  + Изменение портов ввода-вывода
  + Использование планировщика
* Пример портирования на другой компилятор или объединение нескольких демо-приложений
  + Выбор файлов ядра FreeRTOS для используемого микроконтроллера
  + Выбор файлов, специфичных для используемого компилятора
  + Настройка прерывания таймера
  + Управление использованием ОЗУ и ПЗУ

Глава 4. Процессоры RISC‑V.

* Знакомство с RISC‑V
  + Терминология аппаратной платформы
  + Среды выполнения программного обеспечения и hart’ы
* Архитектура набора инструкций RISC‑V
  + Базовая целочисленная ISA
  + Краткое описание инструкций
  + Память
* Обработка исключений, прерываний и ловушек
* Неопределённое поведение и неопределённые значения
* Процессоры RISC‑V
* Тулчейн RISC‑V

Глава 5. Портирование приложений FreeRTOS на процессоры RISC‑V.

* Требования для переноса FreeRTOS на процессоры RISC‑V
  + Особенности портирования
  + Требования к исходным файлам
  + Настройки конфигурационного файла и стека прерываний
  + Необходимые параметры компилятора и ассемблера
  + Установка обработчика ловушек
* Проверка портированной версии FreeRTOS на RISC‑V
  + Пример портирования
  + Сборка и запуск примера

Глава 6. Создание приложений под FreeRTOS и RISC‑V.

* Этапы создания и запуска приложения FreeRTOS
* Создание простого приложения
  + Описание примера
  + Компиляция и запуск примера

Данный материал является переводом и адаптацией учебного курса Building Applications with RISC‑V and FreeRTOS (LFD112x), [https://training.linuxfoundation.org/training/building-applications-with-RISC‑V-and-freertos-lfd112x/](https://training.linuxfoundation.org/training/building-applications-with-risc-v-and-freertos-lfd112x/), распространяемого под лицензией CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Перевод и адаптация выполнены Кириленко Я.А. по заказу Альянса RISC‑V (<https://riscv-alliance.ru/>), допускается к использованию под лицензией CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ru>).