**Программа курса**

|  |  |
| --- | --- |
| Название | **Тулчейн RISC‑V и компиляторные оптимизации (LFD113x)** |
| Авторы | Кириленко Я.А. (адаптация) |
| Краткая аннотация | Курс знакомит с процессом и системами компиляции, а также концепцией кросс-компиляции. |
| Более подробное описание | Курс рассказывает о часто используемых компиляторных оптимизациях и полезных утилитах. Даёт представление об использовании популярных систем компиляции для создания приложений под RISC‑V, а также об их запуске на симуляторах и эмуляторах. Завершается курс знакомством с типами ошибок в программах, а также инструментами и методами отладки. |
| Цель курса | Дать знания о системах компиляции и концепциях кросс-компиляции, научить использовать популярные системы компиляции (LLVM, GCC) для создания приложений под RISC‑V, дать представление об основах оптимизации производительности и размера кода. |
| Образовательное направление |  |
| Рекомендуется студентам (для кого предназначен) | Рекомендуется студентам в рамках дисциплин «Основы программирования», «Практикум на ЭВМ», «Современные инструменты и технологии программирования». |
| Длительность | 5 дней |
| Объем лекций (часов) | 8 |
| Объем семинаров (часов) | - |
| Практикумы (часов) | - |
| Лабораторные работы (часов) | 1 |
| Тесты (наличие) | нет |
| Итоговый экзамен (наличие) | нет |
| Предварительные знания | Знакомство с C/C++, основы git, установка пакетов Linux, английский на уровне чтения документации. |
| Планируемые результаты обучения | Уметь: собирать, используя популярные системы компиляции (LLVM, GCC), приложения под RISC‑V, запускать их на эмуляторе |
| Содержание учебной дисциплины, примерный план | * список ниже |
| Элементы текущего контроля и итогового тестирования | нет |
| Список литературы (основная, дополнительная) | [GCC online documentation](https://gcc.gnu.org/onlinedocs/) [LLVM documentation](https://llvm.org/docs/) [QEMU documentation for RISC‑V platform](https://wiki.qemu.org/Documentation/Platforms/RISCV)  [GDB documentation](https://www.sourceware.org/gdb/documentation/) |
| 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 «RISC‑V Toolchain and Compiler Optimization

Techniques (LFD113x)»

Глава 1. Системы компиляции.

* Процесс компиляции
* sysroot
* Структура системы компиляции
* Кросс-компиляция
* Системы компиляции GCC и LLVM
* Справочные материалы

Глава 2. Введение в компиляторные оптимизации.

* Терминология
* Оптимизация производительности
* Profile-guided optimizations, PGO
* Оптимизация объема кода
  + Инструменты для измерения размера кода
  + Оптимизации компилятора для уменьшения размера кода
  + Оптимизация исходного кода
* Характеристики производительности встраиваемых приложений
* Оптимизация энергопотребления
* Справочные материалы

Глава 3. Создание приложений RISC‑V.

* Введение в тулчейн RISC‑V
  + GNU RISC‑V
  + LLVM RISC‑V
* Создание приложений с помощью этих тулчейнов
* Запуск приложений на функциональном симуляторе
* Запуск приложений на эмуляторе системы
* Справочные материалы

Глава 4. Методы отладки.

* Типы ошибок в программах
* Отладка на основе инструментирования
* Нативная отладка с помощью отладчика
* Удалённая отладка
* Отладка на основе JTAG
* Справочные материалы

Данный материал является переводом и адаптацией учебного курса RISC‑V Toolchain and Compiler Optimization Techniques (LFD113x), [https://training.linuxfoundation.org/training/RISC‑V-toolchain-and-compiler-optimization-techniques-lfd113x/](https://training.linuxfoundation.org/training/risc-v-toolchain-and-compiler-optimization-techniques-lfd113x/), 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>).