СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

RISC-V

Введение в ассемблер RISC-V

Авторы: **Заславский Марк Маркович**, Бакланов Олег Константинович, Климова Ксения Марковна, Морозов Сергей Михайлович,

Цель курса

- **Цель** - погрузится в низкоуровневое программирование на примере RISC-V, а заодно изучить и саму архитектуру RISC-V.
- **Ассемблер ближе всего к непосредственным особенностям архитектуры RISC-V**, в то время как языки высокого уровня абстрагируют программиста от этой специфики.
- Современные начинающие программисты **часто не знают об особенностях выполнения программы на аппаратной платформе**.
- Ассемблер не содержит синтаксического сахара, поэтому он **полезен для развития алгоритмического мышления**.

Темы курса

1. Введение - Архитектура RISC-V.
2. Инструменты разработчика.
3. Система команд.
4. Обработка прерываний и работа с внешними устройствами.
5. Расширения RISC-V.
6. Применение в прикладных задачах на примере платы RISC-V.

Задания и материалы

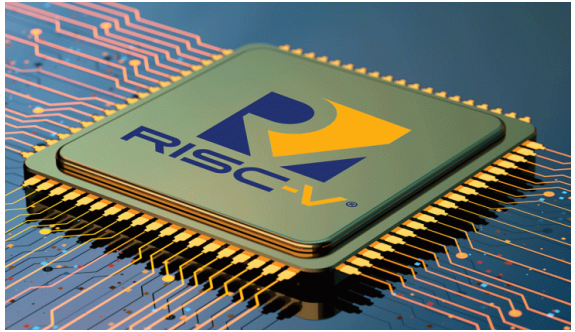
- **69** заданий на закрепление.
- **25** заданий на программирование и **2** задания на отладку.
  - Решение через автоматизированный практикум, запускаемый локально у студента.
  - Задания обновляют свои условия каждый день.
- Текстовые конспекты и 2 часа видео.
- Инструкции
  - По настройке практикума.
  - По инструментам компиляции, сборки и отладки.

Для кого предназначен курс

- **Курс для ШИРОКОЙ аудитории.**
  - Курс в первую очередь адресован **начинающим разработчикам**, желающим изучить RISC-V и/или попробовать низкоуровневую разработку.
  - Курс будет точно полезен студентам ИТ-специальностей 1-2 курса и любым. ИТ-специалистам, желающим больше узнать о RISC-V и попрактиковаться в нем.
- Для освоения практикума желательны, но не обязательны следующие навыки:
  - **Базовый навык программирования** на любом относительно популярном языке высокого уровня.
  - Базовое понимание работы вычислительных систем.

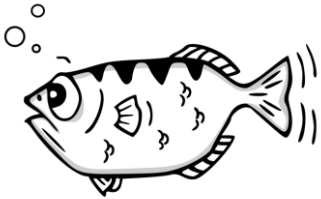
Блок “Введение - Архитектура RISC-V”

- Мягкое погружение и постепенное знакомство.
- Основная терминология и глоссарий.
- Принципы RISC.
- Важные особенности и принципы кодирования инструкций.
- RISC-V и другие архитектуры.



Блок “Инструменты разработчика”

- Знакомство с практикумом и настройка среды.
- Кросскомпиляция.
- Простейшая программа на ассемблере.
- Арифметические операции.
- Компилятор, линковщик, тулчейн (GCC).
- Отладчик GDB и приемы поиска неисправностей.
- Эмулятор RIPES как средство визуализации работы RISC-V программ.



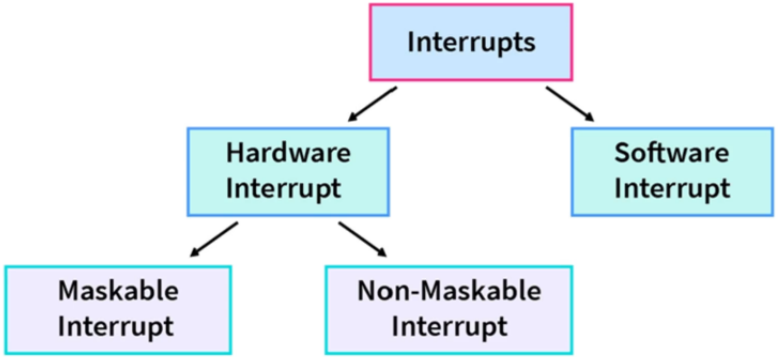
Блок “Система команд”

- Подробно о командах арифметики и логических операций.
- Типы инструкций и их кодирование.
- Режимы адресации.
- Условные переходы.
- Организация подпрограмм и циклов.
- ABI, вызов внешних процедур.

```
strlen:

mv t0, zero
mv t1, a0
j cond_strlen

loop_strlen:
  addi t0, t0, 1
  addi t1, t1, 1

cond_strlen:
  lb t2, 0(t1)
  bnez t2, loop_strlen


mv a0, t0
ret
```

Блок “Обработка прерываний и работа с внешними устройствами”

- Встраиваемые системы.
- Уровень аппаратных абстракций.
- Цикл активного ожидания и обработка нажатий кнопок.
- Механизм прерываний.
- Обработчики прерываний.
- Механизм GPIO.
- Примеры работы с устройствами для RIPES.



Блок “Расширения RISC-V”

- Кодирование инструкций расширений.
- Расширение F/D.
- Расширение M.
- Расширение V.

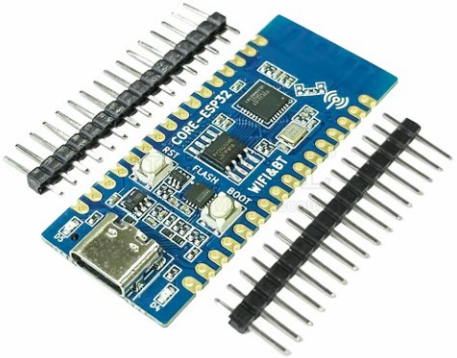
Инструкция	Тип	Формат	Opcode	funct3	funct7	Instruction
flw	Load float	I	0000111	010	–	rd = M[rs1 + imm] 31:0
fsw	Store float	S	0100111	010	–	M[rs1 + imm] = rs2 31:0
fadd.s	Add float	R	1010011	000	0000000	rd = rs1 + rs2 (F)
fsub.s	Sub float	R	1010011	000	0000100	rd = rs1 - rs2 (F)
fmul.s	Mul float	R	1010011	000	0001000	rd = rs1 * rs2 (F)

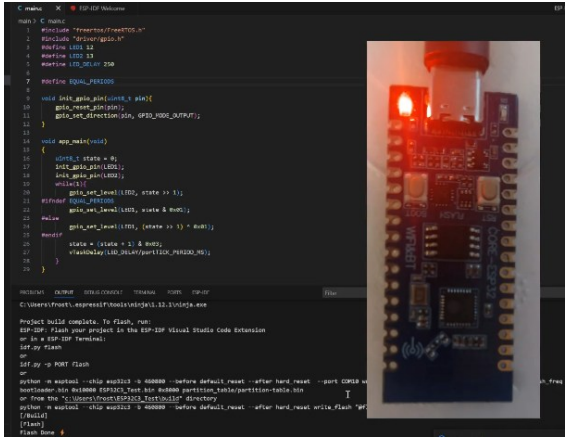
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

RISC-V®

Блок “Применение в прикладных задачах на примере платы RISC-V”

- Отладочная плата и микросхема
  - Основные возможности.
  - Настройки и рекомендации по использованию.
- Среда разработки.
- Работа с периферией через GPIO.
- Примеры созданы для платы **CORE ESP32**, разработанная на основе **Espressif Systems ESP32 C3**.





Результаты апробации

- Общее число зарегистрировавшихся: **657**
  - Количество успешно решивших первый раздел: **200**
  - Количество прошедших курс: **40**
- **136** учащихся курса - студенты второго курса СПБГЭТУ ЛЭТИ (специальности “Прикладная математика и информатика”, “Программная инженерия”), участвующие в апробации в рамках курса "Организация ЭВМ и систем"
  - **71** студент начал прохождение (прошли хотя бы одну задачу),
  - **17** студентов прошло курс полностью.
- Апробация также шла в СПБГУ и МИЭМ ВШЭ

Как использовать курс в учебном процессе?

- Промежуточный и итоговый тест
  - Рандомизированные задания на проверку знаний.
  - Для заданий на программирование и отладку **условия обновляются каждый час.**
- Классы Stepik
  - Табель успеваемости.
  - Отчеты в Excel-формате
    - Даты решения.
    - Баллы.
- Более строгая проверка
  - Требуйте сохранения решений и перепроверки с преподавателем (выборочно).
  - Интеграция системы проверки в вузовский LMS (Moodle).

Техническая поддержка и предложения

- Комментарии в онлайн-курсе.
- Почта **riscv-course-feedback@moevm.info**.
- Репозиторий - если вы хотите принять участие в разработке.

Спасибо за внимание!

https://stepik.org/course/236471