

Средства симуляции ЦП и ОС и изучение поведения программ

Лекция №1



Державин Андрей
Шурыгин Антон

Преподаватели



Державин Андрей, 6 курс ФРКТ

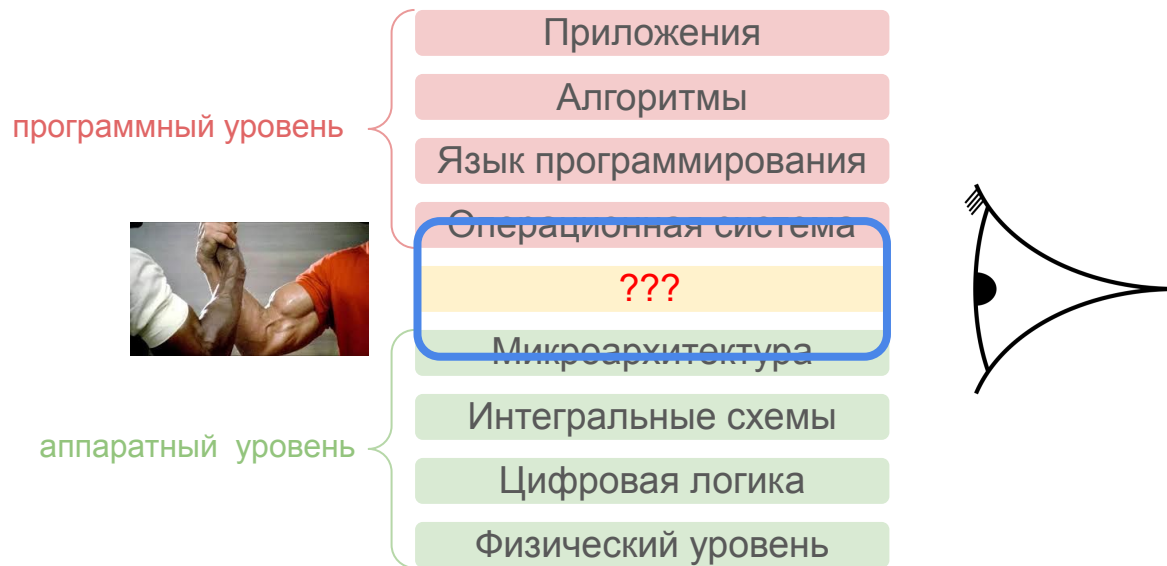
- Функциональная симуляция
- Микроархитектура CPU



Шурыгин Антон, 6 курс ФРКТ

- Бинарная инструментация
- Дизайн архитектуры, симуляция

Recap

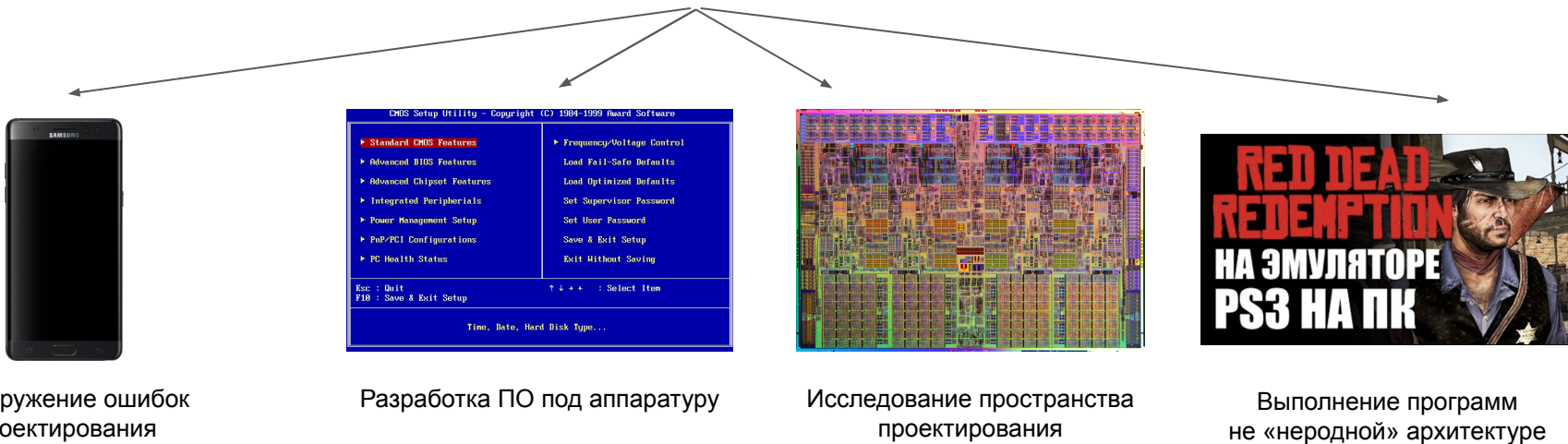


➤ **Применение программных моделей**

- Определения
- История симуляции
- Существующие решения
- Производительность симуляции
- Домашнее задание №1

Применение программных моделей

- Разработка новой вычислительной системы предваряется созданием и использованием компьютерной модели, повторяющей с разной точностью поведение системы

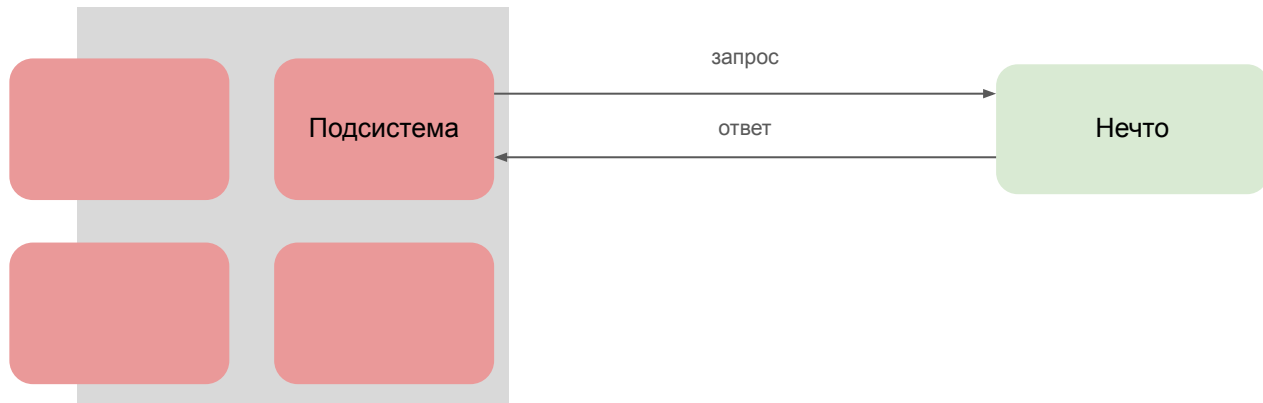


Применение программных моделей

- Разработка новой вычислительной системы предваряется созданием и использованием компьютерной модели, повторяющей с разной точностью поведение системы
- *А почему моделирование вообще возможно?*

Применение программных моделей

- Разработка новой вычислительной системы предваряется созданием и использованием компьютерной модели, повторяющей с разной точностью поведение системы
- *А почему моделирование вообще возможно?*
 - Модульность подсистем
 - Абстракция функций подсистем



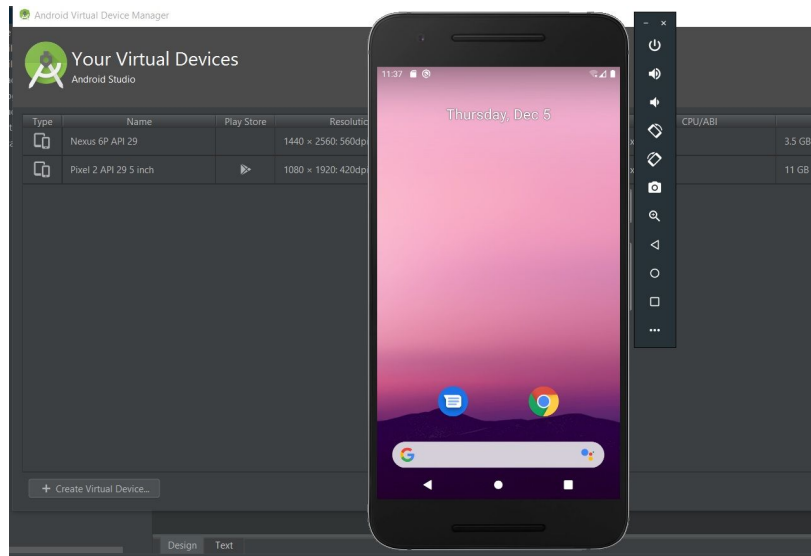
✓ Применение программных моделей

➤ **Определения**

- История симуляции
- Существующие решения
- Производительность симуляции
- Домашнее задание №1

Определения

- Эмулятор (англ. emulator) – программа, моделирующая физ. среду путем имитации внутренней структуры и процессов, происходящих внутри подсистем аппаратуры.
- Симулятор (англ. simulator)



Определения

- Эмулятор (англ. emulator)
- Симулятор (англ. simulator) – программа, моделирующая физ. среду через предоставление интерфейсов входящих подсистем.
 - Обеспечивает правильное функционирование интерфейсов
 - Не гарантирует соответствие реализации подсистем реальному компьютеру



Определения



Определения

- Целевые приложения (англ. target application) – “обычные” прикладные приложения (не OS, BIOS и т.д.)
 - Симулятор режима приложений (англ. application mode simulator).
 - Полноплатформенный симулятор (англ. full platform simulation).

Определения

- Целевые приложения (англ. target application)
- Симулятор режима приложений (англ. application mode simulator) – программа, предназначенная для запуска целевых приложений
 - Симулятор обязан *эмулировать* необходимые системные вызовы, создавая окружение, неотличимое от реальной OS
 - Число моделируемого аппаратного обеспечения минимально
- Полноплатформенный симулятор (англ. full platform simulation)

Определения

- Целевые приложения (англ. target application).
- Симулятор режима приложений (англ. application mode simulator).
- Полноплатформенный симулятор (англ. full platform simulation) – модель, содержащая в себе компоненты, достаточные для симуляции поведения реального компьютера в целом
 - Содержит необходимые компоненты и периферийные устройства компьютера
 - Запуск и работа OS с поведением, неотличимым поведения на реальной аппаратуре

Определения

- Хозяйская система (англ. host)
- Гостевая система (англ. guest)

Определения

- Хозяйская система (англ. host) – физ. вычислительная система, на которой исполняются программы, в т.ч. программы, моделирующие другие вычислительные системы
 - Потребление хостовых ресурсов (время, память, энергия)
 - Возможный синоним – инструментальная система.
- Гостевая система (англ. guest)

Определения

- Хозяйская система (англ. host)
- Гостевая система (англ. guest) – система, поведение которой должен отражать симулятор.
 - Внутри гостевой системы происходит исполнение **гостевых** приложений
 - Возможный синоним – целевая система (англ. target system)

Определения

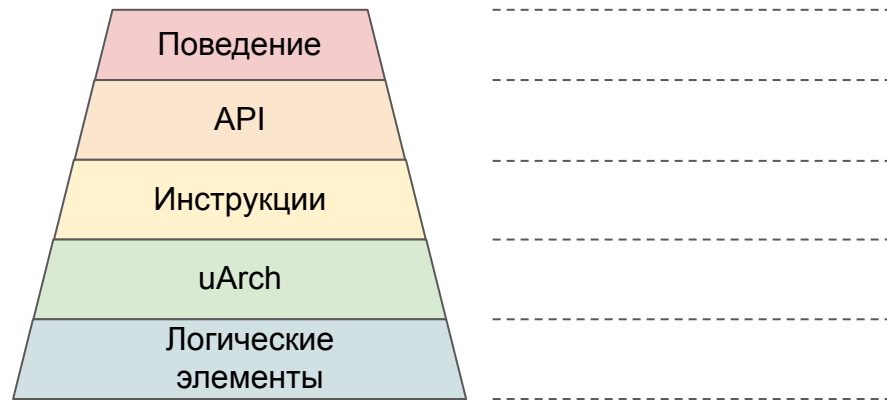
- Хозяйская система (англ. host) – физ. вычислительная система, на которой исполняются программы, в т.ч. программы, моделирующие другие вычислительные системы
 - Потребление хостовых ресурсов (время, память, энергия)
 - Возможный синоним – инструментальная система.
- Гостевая система (англ. guest) – система, поведение которой должен отражать симулятор.
 - Внутри гостевой системы происходит исполнение **гостевых** приложений
 - Возможный синоним – целевая система (англ. target system)



➤ HOST ≠ GUEST - ???

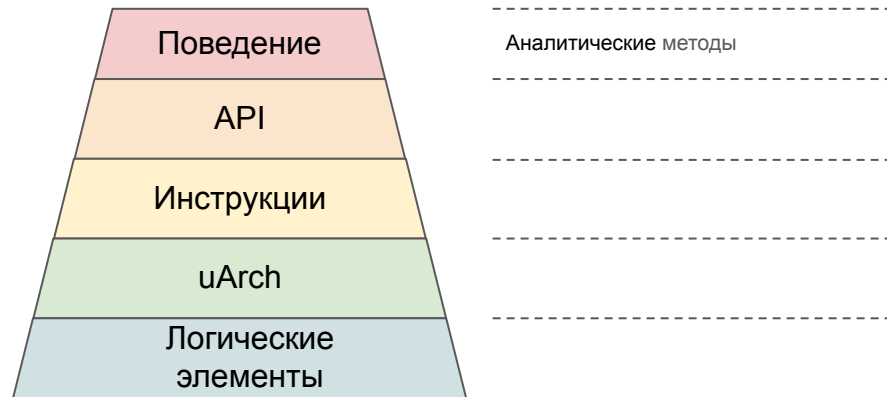
Уровни абстракций

- ✓ Определили, почему симуляция сложной вычислительной системы вообще возможна
- А как далеко мы можем зайти?



Уровни абстракций

- ✓ Определили, почему симуляция сложной вычислительной системы вообще возможна
- Алгоритмы и поведение программ

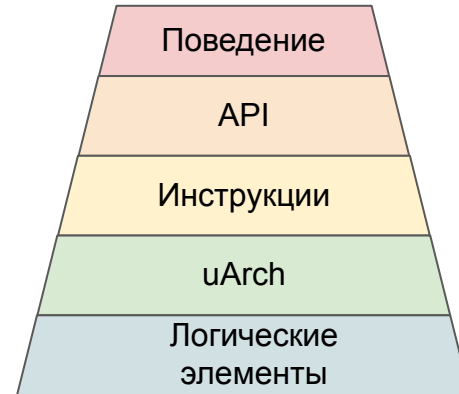


Уровни абстракций

- ✓ Определили, почему симуляция сложной вычислительной системы возможна
- ✓ Алгоритмы и поведение программ
- API – интерфейс пользовательских приложений
- ABI – интерфейс двоичных приложений



Симулятор подменяет алгоритмы вызовов интерфейсов другим, передающим работу оригинальной подпрограммы

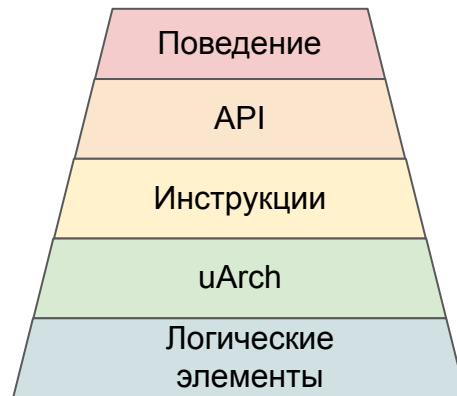


Аналитические методы

Симуляторы уровня приложений

Уровни абстракций

- ✓ Определили, почему симуляция сложной вычислительной системы возможна
- ✓ Алгоритмы и поведение программ
- ✓ API – интерфейс пользовательских приложений
- ✓ ABI – интерфейс двоичных приложений
- А с какой точностью симулятор заменяет работу оригинальной подпрограммы?

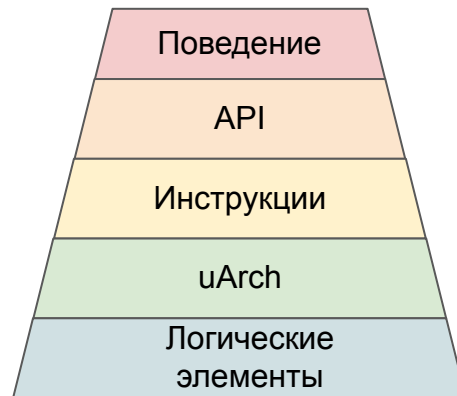


Аналитические методы

Симуляторы уровня приложений

Уровни абстракций

- ✓ Определили, почему симуляция сложной вычислительной системы возможна
- ✓ Алгоритмы и поведение программ
- ✓ API – интерфейс пользовательских приложений
- ✓ ABI – интерфейс двоичных приложений
- Функциональная модель
 - Алгоритм исполнения каждой гостевой инструкции заменяется на равносильный в рамках host-системы
 - Точность ограничена корректной функциональностью целевых приложений
 - Отсутствует соответствия *правильных* значений длительности операций, наблюдаемых в реальности



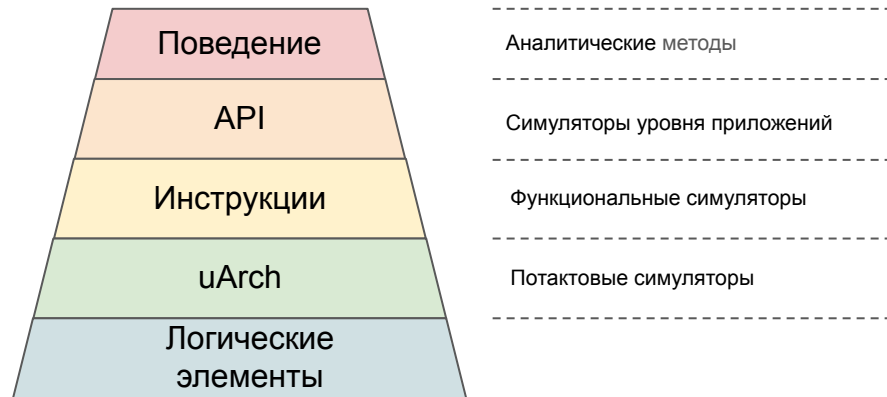
Аналитические методы

Симуляторы уровня приложений

Функциональные симуляторы

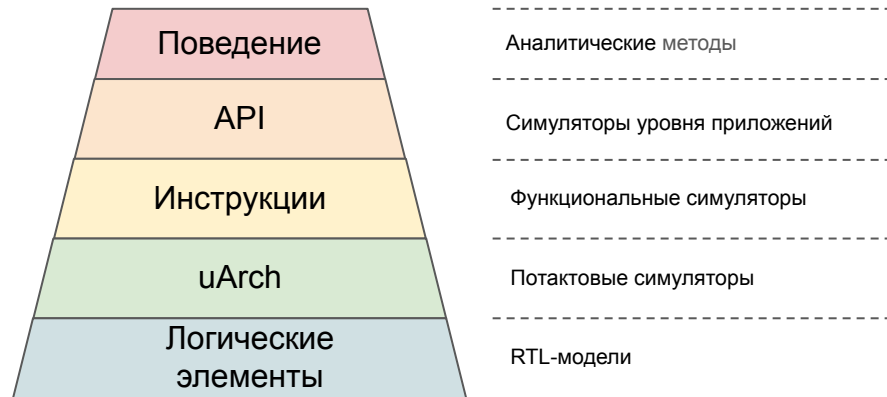
Уровни абстракций

- ✓ Определили, почему симуляция сложной вычислительной системы возможна
- ✓ Алгоритмы и поведение программ
- ✓ API – интерфейс пользовательских приложений
- ✓ ABI – интерфейс двоичных приложений
- ✓ Функциональная модель
- Потактовая модель
 - Детальная симуляция вычислительной системы с учетом микроархитектурных особенностей: работа кэшей, частота процессора
 - Более точная оценка времени работы приложения



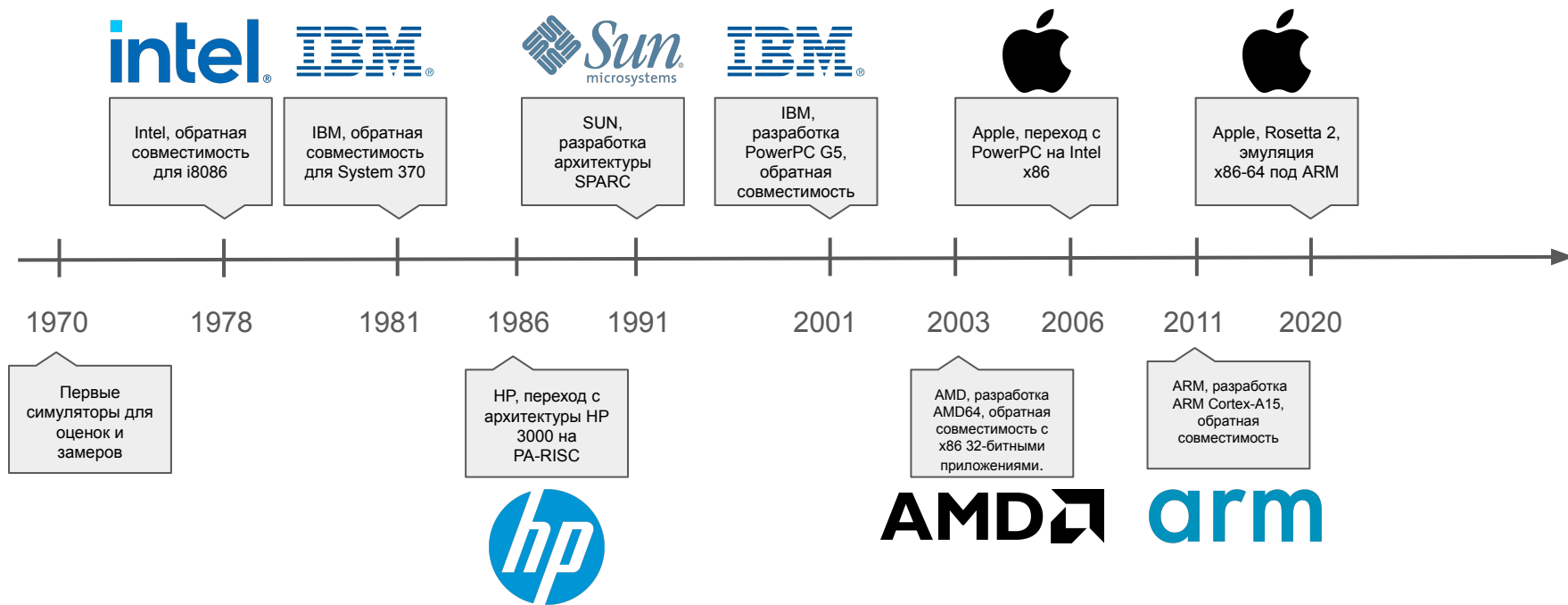
Уровни абстракций

- ✓ Определили, почему симуляция сложной вычислительной системы возможна
- ✓ Алгоритмы и поведение программ
- ✓ API – интерфейс пользовательских приложений
- ✓ ABI – интерфейс двоичных приложений
- ✓ Функциональная модель
- ✓ Потактовая модель
- RTL-модель
 - Симуляция логических узлов
 - Нет возможности изучить поведение приложения на алгоритмическом уровне



- ✓ Применение программных моделей
- ✓ Определения
- **История симуляции**
 - Существующие решения
 - Производительность симуляции
 - Домашнее задание №1

История симуляции



- ✓ Применение программных моделей
- ✓ Определения
- ✓ История симуляции
- **Существующие решения**
 - Производительность симуляции
 - Домашнее задание №1

Существующие решения



DPC3



Существующие решения



- ✓ Применение программных моделей
- ✓ Определения
- ✓ История симуляции
- ✓ Существующие решения
- **Производительность симуляции**
 - Домашнее задание №1

Производительность симуляции

- Скорость симуляции
- Метрики

Производительность симуляции

- Скорость симуляции
 - Быстродействие host-системы
 - Оптимизации симулятора
 - Сценарий симуляции
- Метрики

Производительность симуляции

- Скорость симуляции
- Метрики
 - Скорость изменения значения виртуального времени
 - Количество исполненных команд в секунду (англ. Instructions Per Second, IPS)
 - Обычно используют MIPS – million instructions ...
 - Количество операций с плавающей точкой в секунду (англ. FLOPS)

- ✓ Применение программных моделей
- ✓ Определения
- ✓ История симуляции
- ✓ Существующие решения
- ✓ Производительность симуляции
- **Домашнее задание №1**

Задание 1

- Напишите программу на **ассемблере**, которая выводит на экран “Hello, world!”
 - Архитектура – RISC-V RV64I
 - Скомпилировать программу без стандартной библиотеки (--nostdlib)
- Ссылку на репозиторий скинуть преподавателю



Литература

- The RISC-V ISA manual
- The Championship Simulator: Architectural Simulation for Education and Competition
- Simics: A Full System Simulation Platform
- QEMU, a fast and portable dynamic translator