**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Организация и дизайн современных компьютеров

Modern Computer Structure and Design

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 025200

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Целью дисциплины является обучение студентов основным концепциям построения современной вычислительной техники; методами количественной оценки свойств компьютерных архитектур; основам разработки и тестирования новых компьютерных архитектурж принципам взаимодействия компьютерной архитектуры с программным обеспечением.

Основным методологическим принципом построения программы курса, равно как и всей концепции обучения в целом, является принцип поэтапного системного накопления   
знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или   
знакомого к сложному и/или незнакомому. Основной методологической стратегией   
прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность,   
предусматривающая постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более   
высоком концептуальном уровне, с учетом исторической перспективы и количественного и качественного сравнения.

По окончании обучения студенты должны знать содержимое курса «Организация и дизайн современных компьютеров», владеть терминологией, достаточно полно представлять возможности существующих и предшествующих компьютерных архитектур, уметь выбрать архитектуру в соответствии задачей и оценивать ее количественные и качественные свойства в рамках задачи.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Программа дисциплины рассчитана на студентов 3–го курса. Максимальная   
эффективность программы будет обеспечена при следующем условии: студент владеет   
базовыми математическими понятиями и базовыми понятиями в области информатики и теории алгоритмов, изученными на первом и втором курсах. Также рекомендуется наличие базовых знаний в области теории построения современных операционных систем.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

• владеть терминологией

• достаточно полно представлять возможности существующих и предшествующих компьютерных архитектур включая (CPU, SMP, NUMA, GPU, IoT, SoC)

• уметь выбрать архитектуру в соответствии задачей

• оценивать количественные и качественные свойства архитектуры в рамках задачи

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Аудиторная учебная работа: лекции в объеме 2 часа в неделю в течение 6-го учебного семестра.

Самостоятельная работа:

а) под руководством преподавателя: нет,

б) в присутствии преподавателя: нет,

в) без участия преподавателя: индивидуальная работа с доступными текстами по теме «Организация и дизайн современных компьютеров».

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 6 | 30 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 10 |  | 28 |  | 4 | 2 |
|  | 2-100 |  | 2-100 |  |  |  |  |  | 2-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 10 |  | 28 |  |  | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 6 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

1. Количественный подход к компьютерным архитектурам

Иерархическая организация вычислительных устройств. Классы компьютеров. Определение компьютерной архитектуры. Измерение производительности и других характеристик компьютера. Основные формулы и модели оценки. Основные параметры: производительность, энергоэффективность, стоимость.

1. История развития компьютерных архитектур от машины Бебиджа до сегодняшних дней и основные принципы управления сложностью.

Поколение 0: Механические компьютеры. 1: Вакуумные лампы. 2: Транзисторы, 3: Интегральные схемы. 4: БИС. 5: малопотребляющие и проникающие вычисления. Современные семейства микропроцессоров: x86, ARM, AVR.

1. Архитектура компьютера. Процессор

Внутренняя структура процессора. Инструкции. RISC и CISC. Основные принципы построения. Параллелизм: Superscalar, VLIW, GPU, SIMD, Multi-Core, VIP.

1. Архитектура компьютера. Оперативная память

Память с произвольным доступом. Энергозависимая и энергонезависимая память. Типы памяти: ROM, EPROM, SRAM, DRAM, NOR и NAND Flash. Порядок байтов. Коды коррекции ошибок. Кэширование. Типы упаковки и интерфейсы.

1. Архитектура компьютера. Внешняя память и Ввод/Вывод

Прерывания. DMA. Внутренние и внешние шины и интерфейсы. Межпроцессорные интерфейсы: HyperTransport, DMI, QuickPath. Внутренние интерфейсы: PCIE, PCI, ISA. Накопители с произвольным доступом, дисковые интерфейсы: SAS, SATA, ATA. Твердотельные накопители. Магнитные накопители. Оптические диски. Внешние интерфейсы: USB, FireWire, ESATA, HDMI, DisplayPort, LPT, COM. Периферийные устройства.

1. Цифровые логические схемы

Вентили. Базовые компоненты. Устройство и организация памяти. Процессоры и шины. Примеры: Intel Core2, TI OMAP4430, ATmega168, PCI, USB.

1. Микроархитектура

Управляющий автомат (Control path). Операционный автомат (Datapath). Предвыборка. Конвейер. Кэширование. Предсказание переходов. Спекулятивное исполнение.

1. Примеры микроархитектуры микропроцессоров

Intel Core2, TI OMAP4430, ATmega168.

1. Архитектура инструкций

Модели памяти. Регистры. Типы инструкций. Адресация. Формат инструкций. Примеры: Intel Core2, TI OMAP4430, ATmega168.

1. Операционные системы и системное программирование

Виртуальная память. Защита памяти. Многозадачность. Обработка прерываний. Ввод/Вывод. Параллелизм и синхронизация.

1. Средства разработки

ABI. Компиляторы языков высокого уровня. Ассемблер. Объектные файлы. Отладочная информация. Линкер. Загрузка и динамические библиотеки. Кросс-компиляция.

1. Параллелизм и параллельные архитектуры

Параллелизм внутри процессора. Акселераторы и сопроцессоры. Параллельные архитектуры с общей памятью. Параллельные архитектуры на основе обмена сообщениями. Распределенные вычисления.

1. Архитектура компьютера с точки зрения прикладного программирования

Целевые оптимизации в языках высокого уровня. Кэширование и локальность доступа к данным. Профилирование.

1. Архитектура и программирование GP GPU

Микроархитектура. Конвейер отрисовки OpenGL 3.0 и DX12. Примеры архитектур: NVIDIA Pascal, AMD RX400, Intel HD Graphics. Интерфейсы программирования: Cuda, OpenCL, OpenGL SL, DX HLSL.

1. Непроцессорные архитектуры, системы на кристалле (SoC), встроенные системы

Программируемые логические схемы (FPGA), специализированные логические схемы (ASIC), синтез логических схем из языков высокого уровня (HLS), малопотребляющие системы, интернет вещей (IoT), специфика программирования встроенных систем.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов: учебные пособия, электронные учебные пособия, Интернет-ресурсы.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студента, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться студентами для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

К числу методических пособий относятся:

• учебно-тематический план работы, в котором определена тематика и виды самостоятельной работы и указан рекомендуемый объем материала и время его освоения;

• общие методические рекомендации и указания по самостоятельной работе;

• фонд контрольных заданий и тестов для самоконтроля, которые позволяют оценить уровень знаний, навыков и умений студентов согласно требованиям курса, государственным стандартам и европейским компетенциям.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и студентом осуществляется в форме консультаций. Преподаватели также оказывают помощь студентам по планированию и организации самостоятельной работы.

Контроль за самостоятельной работой может осуществляться в форме проверки результатов формализации математических утверждений, анализа полученных результатов. А также в постановке углубленных вопросов по темам занятий, дополнительных вопросов и т.д.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Итоговый контроль (в конце 6 семестра) — экзамен.

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Аппарат контроля за усвоением материалавключает в себя задания и контрольные работы, необходимые для эффективного контроля за усвоением учебного материала. Этот раздел состоит из заданий, завершающих каждую тему.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Оценка обучающимися содержания и качества учебного процесса по дисциплине осуществляется в установленном в СПбГУ порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Специальных требований нет.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

В аудиториях, где проводятся занятия, необходимо наличие мультимедийного проектора, экрана, а также доски.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Специальных требований нет.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специальных требований нет.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специальных требований нет.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Расходные материалы не требуются

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Харрис Д.М. и Харрис С.Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера:[пер. с англ.]. – бесплатное электронное издание, 2013   
http://easyelectronics.ru/files/Book/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Таненбаум Э. С. Архитектура компьютера:[пер. с англ.]. – СПб: Издательский дом" Питер", 2011. Hennessy J. L., Patterson D. A. Computer architecture: a quantitative approach. – Elsevier, 2011.

2. Patterson D. A., Hennessy J. L. Computer organization and design: the hardware/software interface. – Newnes, 2013.

3. Flynn M. J., Luk W. Computer system design: system-on-chip. – John Wiley & Sons, 2011.

4. Betz V., Rose J., Marquardt A. Architecture and CAD for deep-submicron FPGAs. – Springer Science & Business Media, 2012. – Т. 497.

5. Gajski D. D. et al. High—Level Synthesis: Introduction to Chip and System Design. – Springer Science & Business Media, 2012.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Нет.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Салищев С.И. ст. пр. каф. Информатики СПбГУ, s.salischev@spbu.ru