

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
прикладной математики и
информатики**

А.М. Райгородский

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Современные компьютеры и сети передачи данных
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра системного программирования
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: В.З. Шнитман, д-р техн. наук, старший научный сотрудник

Программа обсуждена на заседании кафедры системного программирования 15.05.2020

Аннотация

Курс посвящен изучению основ и архитектуры компьютерных сетей, уровней организации и принципов работы, стека протоколов, организации управления компьютерными сетями, методам и средствам анализа их функционирования, современным сетевым технологиям, используемым при построении и развертывании сетей.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Изучение особенностей архитектур современных компьютеров и систем.

Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний в области архитектур и технологий современных компьютеров;
- приобретение знаний о развитии принципов параллелизма от первых компьютерных систем до настоящего времени, методов и средств динамической оптимизации программ, об особенностях архитектуры современных и перспективных высокопроизводительных вычислительных машин и систем, способах организации памяти и ввода-вывода;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных исследований и разработок в областях, использующих компиляторные технологии для машинно-зависимой оптимизации программ;
- приобретение навыков работы на современных компьютерных системах.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ основные характеристики и области применения современных компьютеров и систем различных классов;
- ☐ функциональную и структурную организацию современных CISC, RISC, VLIW, EPIC, многопоточковых и многоядерных микропроцессоров;
- ☐ иерархию памяти современных компьютеров и систем;
- ☐ организацию ввода-вывода;
- ☐ цели, задачи и методы динамической оптимизации программ в процессе их выполнения, а также машинно-независимой и машинно-зависимой статической оптимизации программ в процессе их компиляции;
- ☐ организацию многопроцессорных систем и многомашинных комплексов.

уметь:

- ☐ решать задачи из области оптимизации выполнения программ на современных компьютерах и системах;
- ☐ проводить самостоятельные научные исследования по теме дисциплины;
- ☐ применять изученные структуры аппаратных средств для решения поставленных задач.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в Интернете;
- ☐ культурой разработки и реализации системного программного обеспечения современных компьютеров.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Иерархия памяти. Архитектура ввода/вывода. Многопроцессорные системы.	4	4		2
2	Конвейерная обработка. Параллелизм уровня выполнения команд.	3	3		3
3	Краткая история развития вычислительных систем и классификация компьютеров по областям применения. Проблемы оценки производительности вычислительных систем. Основные архитектурные понятия.	4	4		5
4	Системы высокой готовности и отказоустойчивые системы. Перспективные направления исследования архитектур процессоров для будущих микропроцессоров и систем.	4	4		5
Итого часов		15	15		15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 8 (Весенний)

1. Иерархия памяти. Архитектура ввода/вывода. Многопроцессорные системы.

Введение. Организация кэш-памяти (стратегия размещения блоков в кэш-памяти, идентификация блоков кэш-памяти, стратегия замещения, стратегия записи, методы увеличения производительности кэш-памяти).

Принципы организации основной памяти в современных компьютерах (общие принципы и методы увеличения производительности основной памяти, использование специфических свойств асинхронных динамических ЗУПВ, новые архитектуры для скоростных динамических ЗУПВ, синхронные ДЗУПВ).

Виртуальная память и организация защиты памяти (концепция виртуальной памяти, страничная организация памяти, сегментация памяти, аппаратная поддержка).

Устройства ввода/вывода и внешние запоминающие устройства. Классификация периферийного оборудования вычислительных систем. Управление вводом/выводом. Системы управления вводом/выводом. Организация прямого доступа к памяти. Схемы управления вводом/выводом. Использование периферийных ЭВМ для организации управления вводом/выводом. Основные типы устройств ввода/вывода и внешних запоминающих устройств. Организация сетей внешней памяти (технологии SAN).

Компьютерные шины. Шина памяти. Шина ввода/вывода. Универсальные шины. Общие принципы работы шины. Работа с общими данными. Адресация. Пропускная способность. Потребляемая мощность. Тактирование шины. Управление скоростью передачи данных. Главные устройства и арбитраж шины. Электрические и механические параметры. Вопросы совместимости. Основные характеристики современных шин (PCI, SCSI, IDE, FC, AGP, USB). Классификация систем параллельной обработки данных. Многопроцессорные системы с общей памятью. Многопроцессорные системы с локальной памятью и многомашинные системы. Протоколы когерентности иерархической памяти.

2. Конвейерная обработка. Параллелизм уровня выполнения команд.

Простейшая организация конвейера и оценка его производительности, основные типы конфликтов в конвейерах и способы их минимизации, проблемы реализации длинных конвейеров.

Планирование загрузки конвейера и методика разворачивания циклов. Устранение зависимостей по данным и механизмы динамического планирования (основная идея динамической оптимизации, динамическая оптимизация с централизованной схемой обнаружения конфликтов, динамическое планирование на основе алгоритма Томасуло).

Механизмы динамического планирования (аппаратное прогнозирование направления переходов и снижение потерь на организацию переходов).

Одновременная выдача нескольких команд для выполнения и динамическое планирование (суперскалярная обработка). Архитектура машин с длинным командным словом. Обнаружение и устранение зависимостей компилятором и разворачивание циклов (программная конвейеризация и трассировочное планирование). Аппаратная поддержка параллелизма уровня команд (предикатные команды и упреждающее (спекулятивное) выполнение команд).

Теоретические и практические аспекты использования параллелизма уровня команд (модель идеальной машины, ограничения размера командного окна и количества одновременно выдаваемых команд, влияние качества реалистических схем прогнозирования переходов, влияние ограниченного количества регистров, влияние несовершенного анализа псевдонимов, параллелизм уровня команд для реализуемых машин). Использование передовых идей в реальных процессорах (устройство современного суперскалярного процессора).

3. Краткая история развития вычислительных систем и классификация компьютеров по областям применения. Проблемы оценки производительности вычислительных систем. Основные архитектурные понятия.

Краткий исторический обзор. Общие требования, предъявляемые к современным компьютерам (отношение стоимость/производительность, надежность и отказоустойчивость, масштабируемость, совместимость и мобильность программного обеспечения). Классификация компьютеров по областям применения (встроенные системы, персональные компьютеры и рабочие станции, серверы, мейнфреймы, высокопроизводительные вычислительные системы параллельного типа и отказоустойчивые системы).

Общие замечания. Основные способы и метрики для определения производительности вычислительных систем (MIPS, MFLOPS). Стандартные пакеты тестовых программ (Ливерморские циклы, пакеты NASB и Linpack, SPEC, TPC).

Понятия «архитектура вычислительной системы», «архитектура системы команд», «микроархитектура». Модели организации управления вычислительным процессом (модель фон Неймана, модель процесса, управляемого потоком данных). Классификация компьютерных архитектур. Типы команд, методы адресации и типы данных. Сравнение систем команд CISC, RISC и EPIC процессоров.

4. Системы высокой готовности и отказоустойчивые системы. Перспективные направления исследования архитектур процессоров для будущих микропроцессоров и систем.

Основные определения и требования, предъявляемые к системам высокой готовности. Основные модели отказоустойчивых систем. Подсистемы внешней памяти высокой готовности. "Кластеризация" как способ обеспечения высокой готовности системы. Многопоточные архитектуры. Многоядерные кристаллы. «Процессоры в памяти». Реконфигурируемые и асинхронные процессоры.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Необходимое оборудование для лекций и практических занятий: компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система).

Необходимое программное обеспечение: любой браузер для доступа в Интернет.

Обеспечение самостоятельной работы: основная и дополнительная литература, доступная в библиотеке ИСП РАН, конспекты лекций и слайды курса, доступные в Интернет.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Танненбаум Э. Архитектура компьютера. - М.: Питер, 2003.
2. Корнеев В.В. Вычислительные системы. - М.: Гелиос АРВ, 2004.

Дополнительная литература

1. Шнитман В.З. Современные высокопроизводительные компьютеры. www.citforum.ru.
2. Шнитман В.З., Кузнецов С.Д. Аппаратно-программные платформы корпоративных информационных систем. www.citforum.ru.
3. Шнитман В.З. Серверы баз данных: проблемы оценки конфигурации системы. - М.: СУБД, № 5-6. 1996.
4. Шнитман В.З. Архитектура PowerScale. Открытые системы. № 4 (18). 1996.
5. Шнитман В.З. Отказоустойчивые серверы ServerNet. Открытые системы. № 3 (17). 1996.
6. Шнитман В.З. Отказоустойчивые компьютеры компании Stratus. Открытые системы. № 1. 1998.
7. Шнитман В.З. Семейство высокопроизводительных серверов RM600E. Открытые системы. № 2. 1998.
8. Jurij Silk, Borut Robic, Theo Ungerer. Processor architecture: from dataflow to superscalar and beyond. Springer-Verlag, 1999.
9. John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture. A Quantitative Approach, Morgan Kaufman Publishers, 2003.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://www.thefreecountry.com/programming/compilerconstruction.shtml>, <http://llvm.org/>,
<http://gcc.gnu.org/>, <http://suif.stanford.edu/suif/suif2/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Программное обеспечение и информационные технологии не требуются.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы, алгоритмы.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра системного программирования
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Зачет

Разработчик: В.З. Шнитман, д-р техн. наук, старший научный сотрудник

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Современные компьютеры и сети передачи данных» обучающийся должен:

знать:

- ☐ основные характеристики и области применения современных компьютеров и систем различных классов;
- ☐ функциональную и структурную организацию современных CISC, RISC, VLIW, EPIC, многопоточковых и многоядерных микропроцессоров;
- ☐ иерархию памяти современных компьютеров и систем;
- ☐ организацию ввода-вывода;
- ☐ цели, задачи и методы динамической оптимизации программ в процессе их выполнения, а также машинно-независимой и машинно-зависимой статической оптимизации программ в процессе их компиляции;
- ☐ организацию многопроцессорных систем и многомашинных комплексов.

уметь:

- ☐ решать задачи из области оптимизации выполнения программ на современных компьютерах и системах;
- ☐ проводить самостоятельные научные исследования по теме дисциплины;
- ☐ применять изученные структуры аппаратных средств для решения поставленных задач.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в Интернете;
- ☐ культурой разработки и реализации системного программного обеспечения современных компьютеров.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Классификация компьютеров по областям применения.
2. Методы оценки производительности компьютеров.
3. Архитектура системы команд. Классификация процессоров (CISC, RISC и EPIC).
4. Организация конвейерной обработки и основные классы конфликтов.
5. Параллелизм на уровне выполнения команд, планирование загрузки конвейера.
6. Устранение зависимостей по данным и механизмы динамического планирования.

7. Аппаратное прогнозирование направления переходов и снижение потерь на организацию переходов.
8. Суперскалярная обработка.
9. Архитектура машин с длинным командным словом.
10. Предикация и упреждающее выполнение команд в современных компьютерах.
11. Организация многопоточковых и многоядерных процессоров.
12. Организация кэш-памяти.
13. Принципы организации основной памяти.
14. Виртуальная память и организация защиты памяти.
15. Симметричные мультипроцессорные архитектуры и проблема когерентности кэш-памяти.
16. Многопроцессорные системы и многомашинные комплексы.
17. Организация ввода/вывода. Системные и локальные шины.
18. Магнитные и магнитооптические диски. Дисковые массивы и уровни RAID.
19. Устройства архивирования информации.

Примерный перечень билетов:

Билет №1.

1. Организация конвейерной обработки и основные классы конфликтов.
2. Устранение зависимостей по данным и механизмы динамического планирования.

Билет №2.

1. Параллелизм на уровне выполнения команд, планирование загрузки конвейера.
2. Аппаратное прогнозирование направления переходов и снижение потерь на организацию переходов.

Критерии оценивания

Зачет - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике.

Незачет - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций.

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.