

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКИ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета информатики

Сущенко С.П.

"29 " декабря 2011 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математические модели вычислительных систем и компьютерных сетей

Направление подготовки

010300 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки

Управление проектами по разработке программного обеспечения

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная

Томск
2011

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) «Математические модели вычислительных систем и компьютерных сетей» являются углубление фундаментальных знаний в области современных вычислительных систем и компьютерных сетей, в частности технологии формализации процессов обработки, передачи, хранения и доступа к данным, и изучение современных прикладных методов оценки операционных характеристик, оптимизации технических и протокольных параметров вычислительных систем и компьютерных сетей.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Данная учебная дисциплина входит в раздел «Б.2. Профессиональный цикл. Вариативная часть» ООП по направлению подготовки 010300 – Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин «Архитектура вычислительных систем» и «Компьютерные сети» ООП подготовки бакалавра.

Для того чтобы приступить к изучению курса «Математические модели вычислительных систем и компьютерных сетей», студент должен обладать следующими знаниями и умениями:

- знать основы компьютерных технологий и языков программирования;
- иметь твердые знания основных структур вычислительных систем и архитектур компьютерных сетей;
- уметь строить алгоритмы распределенной обработки;
- уметь разрабатывать программы для ЭВМ;
- иметь твердые знания конвейерных и параллельных моделей обработки данных;
- уметь анализировать логику протокольных процедур управления передачей данных на различных уровнях архитектурной модели компьютерной сети;
- уметь настраивать клиентские вычислительные системы для работы в сети.

Данная учебная дисциплина входит в набор дисциплин профессионального цикла, ориентированных на изучение методов оптимизации технических параметров систем и сетей и моделей описания процессов обработки, передачи и доступа к данным для оценки операционных характеристик компонент вычислительных систем и сетевых фрагментов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Математические модели вычислительных систем и компьютерных сетей»

Данная дисциплина способствует формированию следующих компетенций, предусмотренных ФГОС-3 по направлению подготовки ВПО 010300 – Фундаментальная информатика и информационные технологии:

- способность к профессиональному использованию оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ОК- 8);
- способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, методологии системной инженерии, системы автоматизации проектирования, электронные библиотеки и коллекции, сетевые технологии, библиотеки и пакеты программ, современные профессиональные стандарты информационных технологий (ПК-1);
- способность профессионально решать задачи производственной и технологической деятельности с учетом современных достижений науки и техники, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования; разработку математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых исследований; создание информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных; разработку тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям; разработку эргономичных человеко-машинных интерфейсов (в соответствии с профилизацией) (ПК-2);
- способность разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информаци-

онных систем, программного обеспечения, сервисов систем информационных технологий, а также методы и механизмы оценки и анализа функционирования средств и систем информационных технологий; способность разработки проектной и программной документации, удовлетворяющей нормативным требованиям (ПК-3);

- способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математике, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий, а также знания, которые находятся на передовом рубеже данной науки (ПК-5);

способность разрабатывать архитектурные и функциональные спецификации создаваемых систем и средств, а также разрабатывать абстрактные методов их тестирования (ПК-10);

способность разрабатывать корпоративные стандарты и профили функциональной стандартизации приложений, систем, информационной инфраструктуры (ПК-15);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- как организованы современные вычислительные системы и компьютерные сети;
- какие методы применяются для анализа быстродействия вычислительных систем и компьютерных сетей;
- основы формализации вычислительных процессов и процессов информационного переноса в виде вероятностных моделей, систем и сетей массового обслуживания, детерминированных и стохастических конвейеров, цепей Маркова;
- особенности различных методов моделирования и их потенциальные возможности.

Уметь:

- применять принцип декомпозиции сложного объекта исследования на простые подструктуры;
- выделять факторы влияния на операционные характеристики исследуемых объектов;
- строить модели исследуемых структур, протоколов, алгоритмов, процессов с учетом ресурсных и параметрических ограничений анализируемого объекта;
- пользоваться инструментами математического моделирования сетевых и вычислительных структур;
- интерпретировать результаты анализа математической модели в терминах предметной области (исследуемого объекта);
- выполнять сравнительный анализ известных результатов с собственными исследованиями.

Владеть:

- методами математического моделирования вычислительных систем и компьютерных сетей и обоснования выбора управляемых параметров, структур, процедур, алгоритмов;
- методами формализации процессов в объектах исследования в виде различных математических моделей;
- методами исследования моделей вычислительных систем и компьютерных сетей.

4. Структура и содержание дисциплины «Математические модели вычислительных систем и компьютерных сетей»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, из них: лекции – 32 часа, самостоятельная работа – 76 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
				Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельные работы	
1	Архитектура вычислительных систем	1	1-2	4		6	Опрос на 5 неделе
2	Модели организации сетевых архитектур	1	3-5	4		10	
3	Проблемы организации эффективного функционирования компьютерных сетей	1	6-8	6		6	Опрос на 10 неделе. Сдача реферата.
4	Средства моделирования вычислительных систем и сетевых структур	1	9-10	2		10	
5	Модели многоуровневой памяти вычислительных систем	1	11-12	4		6	Опрос на 15 неделе
6	Замкнутые и открытые модели звена передачи данных	1	13-15	4		10	
7	Модели звездообразного фрагмента сети	1	16-17	4		8	Сдача реферата. Зачет на 20 неделе
8	Потоковые и конвейерные модели многозвенного тракта передачи данных	1	18-19	4		10	
9	Промежуточная аттестация		20			10	

Тема 1. Архитектура вычислительных систем.

Параллелизм компьютерных вычислений. Одно- и многопроцессорные архитектуры. Подходы к организации многопроцессорных вычислительных систем. Доменная архитектура. Архитектурные приемы реализации микропроцессоров. Коммуникационные среды для объединения компонент вычислительной системы. Шинные интерфейсы. Архитектура иерархической памяти. Организация кэш-памяти.

Тема 2. Модели организации сетевых архитектур.

Стандарты, сервисы, уровневые протоколы, стеки протоколов, вычислительные, программные и информационные ресурсы телекоммуникационных технологий; модели и мето-

ды программирования и обработки данных в сетевых окружениях; именование телекоммуникационных объектов; сокетная парадигма программирования в компьютерных сетях.

Тема 3. Проблемы организации эффективного функционирования компьютерных сетей.

Исследование и оценка характеристик функционирования компьютерных сетей; инструменты исследования операционных характеристик и индексов производительности компьютерных сетей; технология проектирования протокольных систем, платформы для построения распределенных кооперированных систем; программное обеспечение компьютерных сетей.

Тема 4. Средства моделирования вычислительных систем и сетевых структур.

Сети и системы массового обслуживания применительно к анализу функционирования компонент вычислительных систем, компьютерных сетей и обеспечения качества сервисов. Индексы быстродействия вычислительных систем и компьютерных сетей. Области применимости систем массового обслуживания с дискретным и непрерывным временем, с конечным и неограниченным накопителем. Формализация подсистем вычислителя и сетевых структур детерминированными и стохастическими конвейерами. Система моделей комплексного исследования вычислительных систем и компьютерных сетей.

Тема 5. Модели многоуровневой памяти вычислительных систем.

Модели влияния ассоциативности кэш-памяти на вероятность попадания в кэш. урновая модель кэша. Модель кэша с идеальным вытеснением. Модель кэша для вытесняющей стратегии с ошибками. Динамические свойства идеального кэша. Модели влияния глубины неблокируемости кэша на быстродействие подсистемы памяти. Модель влияния частоты изменений данных на операционные характеристики подсистемы памяти. Оптимизация архитектуры подсистемы памяти. Модель разделяемой памяти блокирующего типа многопроцессорной вычислительной системы.

Тема 6. Закрытые и открытые модели звена передачи данных.

Структура линейного протокола. Закрытые модели нормальных и асинхронных управляющих конвейерных процедур для режимов групповой и селективной повторной передачи. Оптимизация протокольных параметров (длина кадра, размер окна). Открытые модели двухзвенного сетевого фрагмента. Сравнительный анализ дискретной и непрерывной моделей влияния блокировок буферной памяти пропускную способность двухзвенного сетевого фрагмента.

Тема 7. Модели звездообразного фрагмента сети.

Модели расщепления сетевого трафика. Стратегии разделения буферной памяти между выходными каналами центрального (транзитного) узла звездообразного сетевого фрагмента. Модель агрегирования абонентского трафика в магистральный канал. Модель случайного множественного доступа с контролем несущей и обнаружением конфликтов в проводных локальных сетях. Модель случайного множественного доступа с контролем несущей и предотвращением коллизий в беспроводных локальных сетях. Эффект захвата разделяемой среды передачи данных в беспроводных сетях. Меры предупреждения эффекта захвата.

Тема 8. Поточковые и конвейерные модели многозвенного тракта передачи данных.

Модель многозвенного тракта передачи данных в виде открытой сети СМО. Детерминированные модели виртуального соединения с однородным и неоднородным трафиком. Оптимизация задержки абонентских сообщений в многозвенных виртуальных соединениях. Стохастические конвейерные модели процесса транспортировки мультипакетных сообщений в многозвенных трактах передачи данных. Поточковые модели процесса информационного переноса в многозвенных виртуальных соединениях, управляемых асинхронными процедурами транспортного протокола. Способы учета дополнительной нагрузки от конкурентных потоков в транзитных участках преприема многозвенного виртуального канала. Метод синтеза размера окна транспортного протокола. Анализ влияния длительности сквозного таймаута на среднюю задержку прикладных данных. Метод синтеза длительности таймаута ожидания квитанций транспортного протокола. Задача распределения сетевых потоков.

5. Образовательные технологии

В ходе преподавания дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- лекции,
- самостоятельная работа студентов,
- активные и интерактивные формы занятий:
 - лекции-консультации,
 - лекции с разбором конкретных моделей,
 - самостоятельное исследование сетевых фрагментов,
 - мастер-классы экспертов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 30 % аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов по предмету организуется в следующих формах:

- 1) самостоятельное изучение основного теоретического материала, ознакомление с дополнительной литературой, Интернет-ресурсами;
- 2) написание рефератов и решение профессиональных задач из реальной предметной области.

В качестве учебно-методического обеспечения самостоятельной работы используется основная и дополнительная литература по предмету, Интернет-ресурсы, материал лекций, указания, выданные преподавателем при чтении лекций.

Примерные темы рефератов для самостоятельной работы:

1. Шинные интерфейсы.
2. Архитектура иерархической памяти.
3. Организация кэш-памяти.
4. Уровневые протоколы.
5. Стеки протоколов.
6. Модель кэша с идеальным вытеснением.
7. Модель кэша для вытесняющей стратегии с ошибками.
8. Динамические свойства идеального кэша.
9. Открытые модели двухзвенного сетевого фрагмента.
10. Эффект захвата разделяемой среды передачи данных в беспроводных сетях.
11. Меры предупреждения эффекта захвата.
12. Метод синтеза размера окна транспортного протокола.
13. Анализ влияния длительности сквозного тайм-аута на среднюю задержку прикладных данных.
14. Особенности организации многопроцессорных вычислительных систем с архитектурой cc-NUMA, SMP и СОМА.
15. Особенности явной и неявной поддержки когерентности данных в иерархической памяти.
16. Модели асинхронных процедур управления информационным каналом в режимах селективного и группового отказа.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – не менее 3-х раз в течение семестра в виде письменного ответа на теоретические вопросы по содержанию дисциплины (5,10,15 недели); итоговый зачет по теоретическим вопросам (20 неделя). Общая оценка составляется на основе результатов контроля во время контрольных недель и итогового письменного зачета.

Вопросы и задания для промежуточной аттестации:

Классификация компьютерных архитектур.

Классификация видов параллелизма компьютерных вычислений.

Как организован конвейер команд?

Как организованы архитектуры многопроцессорных вычислительных систем с сильной и со слабой связью? Какая связь имеется в виду? Чем определяется сила связи?

Какие виды параллелизма используются в SMP-системах и в MPP-вычислителях?

В чем особенности организации многопроцессорных вычислительных систем с архитектурой cc-NUMA, SMP и COMA?

В чем особенности доменной архитектуры многопроцессорных вычислительных систем?

Как организована многоуровневая память?

Какие параметры кэша используются в качестве основания для классификации типов кэша?

Что такое общий и отдельный тип кэша?

Что такое кэш с прямой и обратной записью?

Как организован кэш прямого отображения, полностью ассоциативный кэш, множественный ассоциативный кэш?

На какие поля разбивается адрес объекта для поддержки отображения блоков памяти в кэш?

Какое отображение поддерживает кэш блока трансляции адресов?

Что такое строка кэша, блок, группа блоков, коэффициент ассоциативности кэша?

Как определить число блоков памяти, отображаемых на группу кэша?

Как связаны коэффициент ассоциативности кэша и вероятность попадания в кэш?

Как ускорить доступ к памяти за счет ее структурной организации?

Какие модели состоятельности памяти Вам известны?

В чем особенности явной и неявной поддержки когерентности данных в иерархической памяти?

Какие факторы не позволяют учесть урновая модель кэш-памяти?

Какие знания необходимо иметь для реализации идеальной стратегии вытеснения кэш-строк?

Какой вид имеет цепь Маркова, описывающая идеальное вытеснение в множественном ассоциативном кэше?

Сколько строк группы кэша содержит самые востребованные блоки памяти?

Сколько в среднем необходимо последовательных сравнений признакового поля кэша с признаковым полем, выделенным из адреса, для поиска находящегося в кэше объекта?

Какую операционную характеристику позволяет рассчитать модель кэша с идеальным вытеснением?

Как рассчитать время загрузки кэша наиболее востребованной информацией при переключении задач?

По какому закону распределено время заполнения идеального кэша самыми востребованными процессором блоками памяти?

При каком условии время перезагрузки кэша при переключении задач будет минимальным?

При каком распределении приложений в памяти вычислителя вероятность попадания в кэш инвариантна к его ассоциативности?

Как зависит вероятность попадания в кэш от объема приложения?

Какой параметр кэша определяет степень параллелизма доступа к адресуемым объектам?

Как частота изменений данных в кэше влияет на операционные характеристики подсистемы памяти?

Формализация процесса обработки транзакций доступа к многоуровневой памяти в виде какой модели позволяет учесть влияние параметра глубины неблокируемости на быстродействие подсистемы памяти?

Сформулируйте условия целесообразности изменения числа уровней иерархической памяти.

Какая модель описывает влияние частоты промаха в кэши многопроцессорного вычислителя на его операционные характеристики?

Какие факторы учитывает замкнутая модель звена передачи данных?

Как в наиболее общем виде определяется пропускная способность звена передачи данных?

Из каких условий целесообразно выбирать ширину окна асинхронных протоколов канального уровня?

Какой фактор определяет пропускную способность многозвенного тракта самым узким его участком?

Сравните модели асинхронных процедур управления информационным каналом в режимах селективного и группового отказа.

Сравните дискретную и непрерывную открытые модели двухзвенного фрагмента сети.

Какое распределение буферов вдоль тракта передачи данных обеспечивает наилучшие значения показателя пропускной способности?

Что такое битовая интенсивность блокировок?

Какое распределение абсолютно надежных каналов связи вдоль многозвенного тракта положительно влияет на его пропускную способность?

Для какого тракта передачи данных его пропускная способность инвариантна к расположению транзитных узлов с различной емкостью буферной памяти?

Как зависит задержка в однородном детерминированном тракте от длины тракта и размера сообщения?

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Математические модели вычислительных систем и компьютерных сетей»

	<i>Список основной литературы:</i>				Электронный вариант
	Автор	Название	Изд-во	Год издания	
1.	Олифер В.Г., Олифер Н.А.	Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы.	СПб.: Питер	2010	
2	Бертсекас Д., Галлагер Р.	Сети передачи данных: Пер. с англ.	М.: Мир	1989	
3	Таненбаум Э.	Компьютерные сети.	СПб.: Питер	2007	
4	Мизин И.А., Богатырев В.А., Кулешов А.П.	Сети коммутации пакетов.	М.: Радио и связь	1986	
5	Сущенко М.С., Сущенко С.П.	Математические модели иерархической памяти вычислительных систем.	Томск: Изд-во НТЛ, Новосибирск: Наука.	2011	
	<i>Список дополнительной литературы</i>				
	Автор	Название	Изд-во	Год издания	

1	Сущенко С.П.	Модели компьютерных сетей.			Электронный ресурс.
---	--------------	----------------------------	--	--	---------------------

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Математические модели вычислительных систем и компьютерных сетей»

Для материально-технического обеспечения дисциплины требуется наличие компьютерной техники с установленным соответствующим программным обеспечением и другого оборудования, поддерживающего проведение презентаций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ООП ВПО по направлению «010300 – Фундаментальная информатика и информационные технологии» и профилю подготовки «Управление проектами по разработке программного обеспечения».

Автор профессор кафедры прикладной информатики, доктор технических наук Сущенко С.П.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры прикладной информатики Д. Б. Биматов.

Программа одобрена на заседании кафедры теоретических основ информатики ТГУ от 14.12.2011, протокол № 10/11