

Программа учебной дисциплины «Архитектура вычислительных систем»

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол номер 3 от 29 мая 2018

Авторы	М.А. Посыпкин
Число кредитов	3
Контактная работа (час.)	44
Самостоятельная работа (час.)	70
Курс	1
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к образовательным результатам и результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих дисциплину «Архитектура вычислительных систем», учебных ассистентов и студентов, обучающихся по образовательной программе 01.04.04 Суперкомпьютерное моделирование в науке и инженерии.

Программа учебной дисциплины разработана в соответствии с:

- ФГОС ВПО по направлению подготовки 01.04.04 «Прикладная математика» (квалификация (степень) «магистр»).
- Объединенным планом на 2018/19 учебный год Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ 01.04.04 Суперкомпьютерное моделирование в науке и инженерии, Магистратура 1 курс.

Целями освоения дисциплины «Архитектура вычислительных систем» являются формирование у студентов базовых знаний в области архитектуры современных ЭВМ, а также навыков и умений их применения на практике.

Настоящая дисциплина относится к циклу адаптационных дисциплин.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Основы программирования

2. Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Общее устройство и организация компьютера (4 часа лекций, 4 часа практических занятий, 12 часов самостоятельной работы)

Основные компоненты аппаратной организации современных компьютеров: процессор, кэш-память, основная оперативная память, долговременная память (жесткие диски), шина передачи данных, коммуникационные сети. Классификация многопроцессорных систем. Системы с общей и распределенной памятью. Графические ускорители. Понятие зависимости по данным в программе.

Раздел 2. Устройство процессора (2 часа лекций, 4 часа практических занятий, 12 часов самостоятельной работы)

Основные компоненты процессора: регистры, арифметико-логические устройства, кэш-память. Векторные и скалярные операции. Устройство многоядерных процессоров. Технологии гипертрейтинга и турбо-бустинга. Примеры организации современных процессоров: архитектура процессоров семейства Intel Core i7 и IBM Power 9.

Раздел 3. Устройство графических ускорителей (2 часа лекций, 4 часа практических занятий, 12 часов самостоятельной работы)

Основные компоненты GP-GPU. Поточковый процессор. Концепция SIMT, проблема расхождения потоков. Глобальная и локальная память, организация памяти.

Раздел 4. Организация оперативной памяти (4 часа лекций, 4 часа практических занятий, 12 часов самостоятельной работы)

Физический и виртуальный адрес, кэш адресов. Банки памяти. Кэш-память, ассоциативность. Когерентность кэш-памяти. Особенности SDRAM и DDRAM.

Раздел 5. Коммуникационное оборудование (4 часа лекций, 4 часа практических занятий, 12 часов самостоятельной работы)

Шины, виды шин. Синхронные и асинхронные шины. Последовательные и параллельные шины. Примеры шин: DMI и PCI-Express. Сетевое оборудование. Сетевая карта, коммутатор. Стек сетевых протоколов. Топологии сетей. Примеры сетевого оборудования: сети Ethernet и Infiniband.

Раздел 6. Разработка программ для современных архитектур (4 часа лекций, 6 часа практических занятий, 10 часов самостоятельной работы)

Векторизация циклов, векторные расширения языков программирования. Средства многопоточного программирования, технологии OpenMP, Posix Threads, C++ 11 Threads. Программирование графических процессоров с использованием стека CUDA. Библиотека MPI для разработки программ для вычислительных кластеров.

3. Оценивание

Экзамен (в 3 модуле): Студент должен продемонстрировать знание устройства современных ЭВИ и технологии разработки программ для них. Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Преподаватель оценивает работу студентов на семинарских и практических занятиях: оценивается активность студента в дискуссиях, правильность решения задач, уровень ориентированности студента в демонстрируемых им программах, понимание сильных сторон и ограничений используемых вычислительных методов. Оценка по 10-ти балльной шкале за работу на практических занятиях определяется перед промежуточным или итоговым контролем — $O_{\text{ауд}}$.

Преподаватель оценивает самостоятельную работу студентов: оценивается правильность выполнения домашних работ, задания для которых выдаются дистанционно. Оценка по 10-ти балльной шкале за самостоятельную работу определяется перед промежуточным или завершающим контролем

— $O_{\text{сам}}$.

В диплом выставляется результирующая оценка по учебной дисциплине, которая вычисляется по следующей формуле:

$$O_{\text{результат}} = 0.25 * O_{\text{ауд}} + 0.25 * O_{\text{сам}} + 0.5 * O_{\text{экзамен}}$$

Способ округления результирующей оценки: арифметический.

4. Примеры оценочных средств

1. Принципы конвейерной обработки команд в современных процессорах.
2. Примеры организации современных процессоров: архитектура процессоров семейства Intel Core i7 и IBM Power 9.
3. Концепция SIMT, проблема расхождения потоков в современных графических процессорах.
4. Физический и виртуальный адрес, трансляция адресов.
5. Принципы работы кэш-памяти, временная и пространственная локальность, ассоциативность кэш памяти.
6. Шинная архитектура, виды шин.
7. Основные средства распределения работы в программах на OpenMP.
7. Механизмы RDMA в современном сетевом оборудовании.
8. Коллективные взаимодействия процессов в MPI.

5. Ресурсы

Вданном курсе нет разделения на обязательную и дополнительную литературу. Данный список является приблизительным списком рекомендованной литературы.

1. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера (6-е изд.),–СПб.: Питер,–2013.–816 с..
2. Таненбаум Э. С. Компьютерные сети. – Питер, 2010..
3. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
4. Корнеев В.В. Параллельные вычислительные системы. – М.: Нолидж, 1999.
5. Корнеев В. В., Киселев А. В. Современные микропроцессоры //СПб.: БХВ-Петербург. – 2003.
6. А.В. Боресков, А.А. Харламов Основы работы с технологией CUDA 2010.

1. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

1.1.1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

1.1.2. *для лиц с нарушениями слуха:* в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

1.1.3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:* в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.