

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

«Утверждаю»

Декан факультета ВМК МГУ
имени М.В. Ломоносова



академик

E.I. Moiseev

Е.И. Моисеев

«__» _____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Параллельное программирование и суперкомпьютеры

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – «Информатика и вычислительная техника» (09.06.01)

Направленность (профиль) – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (05.13.18)

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Параллельное программирование и суперкомпьютеры

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление подготовки – «Информатика и вычислительная техника» (09.06.01) Направленность (профиль) – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (05.13.18)

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть образовательной программы

5. АННОТАЦИЯ

Данный курс ориентирован на получение базовых знаний и практических навыков в области построения и анализа параллельных алгоритмов решения вычислительно-трудоемких задач.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	З1 (ОПК-1) ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий

(ОПК-1)	<p>У1 (ОПК-1) УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики</p> <p>В1 (ОПК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>
<p>Способность к реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, ориентированных на современную вычислительную технику (ПК-4)</p>	<p>ЗНАТЬ: современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенности современных вычислительных комплексов Код З1 (ПК-4)</p> <p>УМЕТЬ: применять современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов Код У1 (ПК-4)</p> <p>ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов Код В1 (ПК-4)</p>
<p>Владение современными методами построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также методами разработки и реализации алгоритмов их решения на основе фундаментальных знаний в области математики и информатики (ПК-1)</p>	<p>ЗНАТЬ: современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения Код З1 (ПК-1)</p> <p>УМЕТЬ: применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения Код У1 (ПК-1)</p> <p>ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов построения и</p>

	анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения Код В1 (ПК-1)
--	---

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часа.

68 часа составляет контактная работа с преподавателем – 32 часов занятий лекционного типа, 32 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 0 часа групповых консультаций, 0 часов мероприятий текущего контроля успеваемости, 4 часа промежуточной аттестации.

40 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения данной дисциплины слушатели должны иметь базовую подготовку в области программирования, технологий параллельного программирования, архитектуры компьютеров и методов решения задач.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются пакеты прикладных программ МATHMATICA, язык программирования Python, пакет прикладных программ Lараск, методы распараллеливания OpenMP и MPI.

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины,	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа учащегося, часы из них

форма промежуточной аттестации по дисциплине		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости: коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
---	--	--------------------------	---------------------------	------------------------	-----------------------------	---	--------------	-----------------------------	------------------------------	--------------

<p><i>I Введение в предмет</i></p> <p>Области применения многопроцессорных систем, решаемые на МВС задачи. Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов. Некоторые принципы машины Фон Неймана. Параллельная программа как ансамбль взаимодействующих последовательных процессов. Сложение длинных чисел. Параллельные архитектуры. Транспьютеры. Проблема когерентности кэш. Метод сдваивания и модифицированный метод сдваивания. Преобразование параллельного алгоритма в «наилучший» последовательный</p>	8		4	4			8			
--	---	--	---	---	--	--	---	--	--	--

<p>2 <u>Базовые</u> <u>параллельные методы</u> Модели выполнения параллельной программы на распределенной и на общей памяти. Канал передачи данных, его свойства. Распределенная память (двусторонние обмены). Виды обменов. Синхронные, асинхронные небуферизованные и буферизованные. Общая память (UMA), проблема доступа к общим переменным. Семафоры, P и V функции, критические секции, мониторы. Барьерная синхронизация. Внутренний параллелизм. Геометрический параллелизм. Диффузная балансировка. Коллективное решение. Конвейерный параллелизм.</p>	16						16			
--	----	--	--	--	--	--	----	--	--	--

<p><u>3</u> <u>Сортировка</u> Построение эталонного последовательного алгоритма сортировки. Сети сортировки. Четно-нечетные перестановки. Четно-нечетное слияние Бэтчера.</p> <p><u>4</u> <u>Генерация</u> <u>псевдослучайных чисел</u> Требования к генераторам псевдослучайных чисел для МВС. Линейно-конгруэнтные генераторы. М-последовательности. Тестирование генераторов.</p>	16						16			
---	----	--	--	--	--	--	----	--	--	--

<p><u>5</u> <u>Декомпозиция сеточных графов</u> Декомпозиция графов. Критерии декомпозиции. Иерархические алгоритмы. Локальное уточнение. Спектральная бисекция. Инкрементный алгоритм.</p> <p><u>6</u> <u>Динамическая балансировка загрузки</u> Диффузная балансировка. Адаптивное интегрирование. Серверный параллелизм.</p>	20						20			
<p><u>7</u> <u>Визуализация и ввод-вывод сеточных данных</u> Online или Offline визуализация: плюсы и минусы. Клиент-серверная технология. Распределённый ввод-вывод. Огрубление данных с контролируемой точностью.</p>	4						4			

Промежуточная аттестация – устный экзамен	44	4					4			40	
Итого	108		68						40		

10.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к практическим заданиям текущего контроля и промежуточной аттестации.

11.РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Якобовский М.В. Введение в параллельные методы решения задач. М.: Издательство Московского университете, 2012 г. — 320 с.
2. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
3. Грегори Р. Эндрюс - Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. "Вильямс ", 2003
4. Э. Дейкстра. Взаимодействие последовательных процессов.
<http://khpi-iip.mipk.kharkiv.edu/library/extent/dijkstra/ewd123/index.html>
5. Дональд Э. Кнут Искусство программирования. Том 3. Сортировка и поиск
6. Роберт Седжвик - Фундаментальные алгоритмы на С. Части 1 - 5. Анализ. Структуры данных. Сортировка. Поиск. Алгоритмы на графах
7. Материалы информационно-аналитического центра Parallel.ru

Материально-техническая база

Для обеспечения выполнения практических заданий по курсу «Суперкомпьютеры и параллельная обработка данных»используется удаленный доступ на суперкомпьютерные системы.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ

д.ф.- м.н., член-корреспондент РАН Якобовский Михаил Владимирович

Приложение

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Математическое обеспечение квантовых компьютеров»

Промежуточная аттестация состоит из двух этапов – выполнения практического контрольного задания, проверяющего приобретенные учащимся умения и навыки, и индивидуального собеседования, проверяющего приобретенные знания.

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ из соответствующих карт компетенций					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий Код 31 (ОПК-1)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	В целом сформированные, но неполные знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные систематические знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий	Устный экзамен
УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы постановки и анализа задач в области	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы постановки и анализа	Сформированное умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и	Устный экзамен

области математики и информатики Код У1 (ОПК-1)			математики и информатики	задач в области математики и информатики	информатики	
ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики Код В1 (ОПК-1)	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	реферат
ЗНАТЬ: современные методы реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенности современных вычислительных комплексов Код З1 (ПК-4)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	Сформированные систематические знания о современных методах реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов, особенностях современных вычислительных комплексов	Устный экзамен
УМЕТЬ: применять современные методы реализации	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы реализации различных математических	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы реализации различных	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы	Сформированное умение применять современные методы реализации различных	отчет

различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов Код У1 (ПК-4)		алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов	математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов	реализации различных математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов	математических алгоритмов в виде программных комплексов с учетом особенностей современных вычислительных комплексов	
ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов Код В1 (ПК-4)	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов	Сформированное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных методов реализации математических алгоритмов в виде программных комплексов, учитывающих особенности современных вычислительных комплексов	отчет
ЗНАТЬ: современные методы построения и анализа	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах построения и анализа математических моделей,	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах построения и анализа математических	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах построения	Сформированные систематические знания о современных методах построения и анализа	Устный экзамен

<p>математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения</p> <p>Код 31 (ПК-1)</p>		<p>возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методах разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	
<p>УМЕТЬ: применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современными методами разработки и реализации алгоритмов их решения</p> <p>Код У1 (ПК-1)</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Фрагментарные умения применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>Сформированное умение применять современные методы построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современные методы разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>Отчет</p>

<p>ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения Код В1 (ПК-1)</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов построения и анализа математических моделей, возникающих при решении естественнонаучных задач, а также современных методов разработки и реализации алгоритмов их решения</p>	<p>отчет</p>
--	---------------------------	---	--	---	--	--------------

Фонды оценочных средств

Примерные практические контрольные задания для текущего контроля успеваемости.

Список вопросов

1. Виды многопроцессорных систем.
2. Внутренний параллелизм, степень параллелизма. Закон Амдаля.
3. Метод геометрического параллелизма.
4. Метод конвейерного параллелизма.
5. Метод коллективного решения.
6. Метод сдваивания.
7. Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов.

8. Статическая балансировка загрузки процессоров.
9. Динамическая балансировка загрузки процессоров.
10. Метод диффузной балансировки загрузки.
11. Методы синхронизации последовательных процессов.
12. Каналы межпроцессорной связи.
13. Методы передачи сообщений.
14. Недетерминированность параллельных программ.
15. Взаимная блокировка последовательных процессов.
16. Разделяемые ресурсы. Семафор, критическая секция, монитор.
17. Легковесные процессы (треды, нити).
18. Когерентность кеш памяти.
19. Параллельные алгоритмы сортировки данных. Сети сортировки. Сеть четно-нечетной перестановки. Сеть нечетно-четного слияния Бетчера.
20. Параллельные алгоритмы интегрирования одномерных функций.
21. Декомпозиция сеток. Критерии и методы.
22. Параллельные алгоритмы генерации псевдослучайных чисел. Линейные конгруэнтные генераторы. M-последовательности.
23. Визуализация и ввод-вывод сеточных данных большого объема.

Задачи к экзамену по курсу

1. Построение сети сортировки-слияния на основе метода Бетчера.
2. Параллельный алгоритм сложения n-разрядных целых чисел.
3. Параллельный алгоритм определения суммы конечного ряда.
4. Построение барьера на основе синхронных обменов.
5. Построение барьера на основе семафоров.