

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



А.А.Панфилов

« 01 » 10 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Профиль/программа подготовки: «Математическое моделирование»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	5 ЗЕ / 180 час.	36	—	36	72	экзамен (36 час.)
Итого	5 ЗЕ / 180 час.	36	—	36	72	экзамен (36 час.)

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Численные методы параллельной обработки данных» является изучение основных особенностей программирования параллельных вычислительных процессов и ознакомление с численными методами решения основных математических задач с помощью многопроцессорных систем.

Задачи дисциплины:

- изучение основных приемов программирования параллельных вычислительных процессов;
- изучение численных методов решения матричных задач, систем линейных уравнений, обыкновенных дифференциальных и дифференциальных уравнений в частных производных на основе технологии параллельного программирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Численные методы параллельной обработки данных» относится к обязательным дисциплинам вариативной части ОПОП подготовки магистров по направлению «Прикладная математика и информатика».

Дисциплина изучается во втором семестре и требует освоения практически всего набора дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». При этом для освоения дисциплины требуются следующие знания и умения:

- умение применять методики алгоритмизации задач, выбирать наиболее эффективные алгоритмы, в том числе используя возможности параллельного программирования;
- знание и навыки использования математического аппарата линейной алгебры, дифференциального исчисления, вычислительной математики, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики, аналитической геометрии, нечёткой логики и др.;
- знание основных современных средств разработки программных продуктов;
- умение применять системный подход и основные методы проектирования программных продуктов;
- Умение получать информацию из источников на иностранном языке.

Дисциплина формирует знания и умения, которые могут быть использованы при выполнении научно-исследовательской работы, подготовке выпускной квалификационной работы, а также при освоении дисциплин:

- Многокритериальные задачи принятия решений;
- Решение экстремальных задач / Математическое моделирование в экономике;
- Квантовая обработка информации / Математическое моделирование в нанотехнологиях.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент должен частично овладеть следующими компетенциями:

- ОПК-4, способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики;
- ПК-1, способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива.

После освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- основные методы и принципы параллельной реализации вычислительных задач (ОПК-4).

2) Уметь:

- оценивать эффективность параллельных численных методов (ОПК-4);
- создавать программный код, реализующий параллельные численные методы, и проводить исследование его эффективности в сравнении с последовательной реализацией и альтернативными параллельными реализациями (ОПК-4, ПК-1).

3) Владеть

- программным инструментарием пакета MATLAB для реализации численных методов параллельной обработки данных (ОПК-4).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
1	Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ	2	1-2	4	-	-	-	12	-	0 / 0%	Рейтинг-контроль №1 (6-я неделя, на лабораторном занятии), защита лабораторных работ
2	Организация параллельных вычислений в системе MATLAB	2	1-6	8	-	10	-	8	-	5 / 27,8%	
3	Параллельные численные методы решения задач линейной алгебры	2	6-10	8	-	10	-	8	-	5 / 27,8%	Рейтинг-контроль №2 (11-я неделя, на лабораторном занятии), защита лабораторных работ
4	Параллельные численные методы решения дифференциальных уравнений	2	11-14	8	-	8	-	8	-	4 / 25%	Рейтинг-контроль №3 (18-я неделя, на лекции), защита лабораторных работ
5	Параллельная реализация дискретного преобразования Фурье и иных методов	2	15-18	8	-	8	-	-	-	4 / 25%	
Всего		2	18	36	-	36	-	72	-	18 / 25%	экзамен (36 час.)

Темы лекций.

1. Вычислительные задачи как сфера использования многопроцессорных систем. Обзор задач, для которых возможно эффективное параллельное решение. Способы оценки эффективности параллельных численных методов. Основные подходы к разработке параллельных численных методов. Обзор инструментария для программной реализации параллельных численных методов. (4 ч.)
2. Принципы работы в системе MATLAB. Работа с матрицами. Команды языка MATLAB. Визуализация результатов. Основные функции, реализующие численные методы. (4 ч.)
3. Обзор Parallel Toolbox. Режимы parfor и spmd. Достоинства и недостатки Parallel Toolbox. Средства анализа эффективности программ в MATLAB. (4 ч.)
4. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Вычисление частных сумм последовательности числовых значений. Каскадные схемы суммирования. (2 ч.)
5. Умножение матрицы на вектор. Оценка эффективности. (2 ч.)
6. Матричное умножение. (2 ч.)
7. Алгоритмы сортировки. Алгоритмы работы с графами (2 ч.)
8. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем обыкновенных дифференциальных уравнений. (2 ч.)
9. Решение волнового уравнения. (2 ч.)
10. Решение задачи теплопроводности. Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона. (2 ч.)
11. Параллельная реализация метода Монте-Карло для вычисления определённых интегралов и для решения дифференциальных уравнений. (2 ч.)
12. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритм Кули-Тьюки быстрого преобразования Фурье и его разновидности. (2 ч.)
13. Параллельная реализация быстрого преобразования Фурье. (2 ч.)
14. Фурье-метод расщепления по физическим факторам и его параллельная реализация. (2 ч.)
15. Рейтинг-контроль №3. (2 ч.)

Лабораторные занятия

- 1) Среда разработки MATLAB. Работа с матрицами в MATLAB. (4 ч.)
- 2) Вычислительные средства MATLAB. Визуализация результатов. (2 ч.)
- 3) Режимы параллельных вычислений parfor и spmd. (4 ч.)
- 4) Рейтинг-контроль №1. (2 ч.)
- 5) Умножение матрицы на вектор. (2 ч.)
- 6) Матричное умножение. (2 ч.)
- 7) Алгоритмы сортировки. (2 ч.)
- 8) Алгоритмы работы с графами. (2 ч.)
- 9) Рейтинг-контроль №2. (2 ч.)
- 10) Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений. (2 ч.)
- 11) Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона. (2 ч.)
- 12) Метод Монте-Карло для решения дифференциальных уравнений в частных производных. (2 ч.)
- 13) Параллельная реализация быстрого преобразования Фурье. (4 ч.)
- 14) Фурье-метод расщепления по физическим факторам для решения нелинейного уравнения Шрёдингера. (4 ч.)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках лекционного курса и лабораторных занятий:

- Технология проблемного обучения (case study). При рассмотрении вопросов практического применения рассмотренного теоретического материала, используется диалог со студентами на предмет возможных способов решения поставленной задачи.

- Обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ в группах из двух или трёх человек);
 - Технология развития критического мышления (прививание студентам навыков критической оценки разработанных ими алгоритмов);
 - Мультимедиа-технологии (проведение лекционных и лабораторных занятий с использованием проекторов и других мультимедийных устройств).
 - Встречи с представителями фирм-разработчиков программного обеспечения.
- В рамках самостоятельной работы:
- Технология проблемного обучения (case study) (самостоятельное написание программного кода, реализующего параллельные численные методы).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости проводится по всем видам занятий с использованием балльно-рейтинговой системы.

Рейтинг-контроль №1 (контроль освоения разделов 1, 2)

Проводится в форме письменного ответа с последующим обсуждением и призван выявить знания студентами организации параллельных вычислений в целом и в системе MATLAB в частности.

Список вопросов:

- 1) *Вычислительные задачи как сфера использования многопроцессорных систем.*
- 2) *Обзор задач, для которых возможно эффективное параллельное решение.*
- 3) *Способы оценки эффективности параллельных численных методов.*
- 4) *Основные подходы к разработке параллельных численных методов.*
- 5) *Обзор инструментария для программной реализации параллельных численных методов.*
- 6) *Принципы работы в системе MATLAB. Работа с матрицами. Команды языка MATLAB. Визуализация результатов.*
- 7) *Основные функции системы MATLAB, реализующие численные методы (решение систем линейных алгебраических уравнений, решение дифференциальных уравнений, гармонический анализ).*
- 8) *Обзор Parallel Toolbox. Режимы parfor и spmd.*
- 9) *Достоинства и недостатки Parallel Toolbox. Средства анализа эффективности программ в MATLAB.*

Рейтинг-контроль №2 (контроль освоения раздела 3)

Проводится в форме письменного ответа с последующим обсуждением и призван выявить знания студентами основ параллельных численных методов решения задач линейной алгебры.

Список вопросов:

- 1) *Решение систем линейных алгебраических уравнений.*
- 2) *Вычисление частных сумм последовательности числовых значений.*
- 3) *Каскадные схемы суммирования для вычисления частных сумм арифметических последовательностей.*
- 4) *Умножение матрицы на вектор. Оценка эффективности.*
- 5) *Матричное умножение.*
- 6) *Алгоритмы сортировки.*
- 7) *Алгоритмы работы с графами.*

Рейтинг-контроль №3 (контроль освоения разделов 4, 5)

Проводится в форме письменного ответа с последующим обсуждением и призван выявить знания студентами основ параллельных численных методов решения дифференциальных уравнений и гармонического анализа.

Список вопросов:

- 1) Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
- 2) Методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
- 3) Решение волнового уравнения.
- 4) Решение задачи теплопроводности.
- 5) Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона.
- 6) Параллельная реализация метода Монте-Карло для вычисления определённых интегралов.
- 7) Параллельная реализация метода Монте-Карло для решения дифференциальных уравнений.
- 8) Дискретное преобразование Фурье. Алгоритм Кули-Тьюки быстрого преобразования Фурье и его разновидности.
- 9) Параллельная реализация быстрого преобразования Фурье.
- 10) Фурье-метод расщепления по физическим факторам и его параллельная реализация.

СРС (контроль освоения всех разделов курса)

Самостоятельная работа студентов включает освоение материалов, слабо освещённых в рамках лекционного курса, подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к рейтинг-контролю. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется в ходе защиты лабораторных работ в виде дополнительных вопросов (связанных с озвучиваемой на лекциях тематикой самостоятельной работы).

Список вопросов для контроля самостоятельной работы:

1. Анализ эффективности для алгоритма клеточного умножения.
2. Самопланирующий алгоритм умножения матрицы на вектор. Зависимость ускорения от размеров вектора и матрицы и разных способов коммуникаций.
3. Самопланирующий алгоритм умножения матриц. Зависимость ускорения от размеров умножаемых матриц и разных способов коммуникаций.
4. Алгоритм умножения матриц, при котором происходит равномерное распределение частей матрицы A по процессам, а затем независимо вычисляются части результирующей матрицы.
5. Метод итераций Якоби для одномерной декомпозиции (с топологией квадратной сетки произвольного размера и блокирующим обменом).
6. Метод итераций Якоби для двумерной декомпозиции.
7. Что такое “теневая” точка? Зачем необходимо введение “теневых” точек для решения задачи Пуассона методом итераций Якоби?
8. В чем различие между прямыми и итерационными методами решения СЛАУ?
9. В чем различие между методами простой итерации и Гаусса–Зейделя для решения СЛАУ?

Экзамен (контроль освоения всех разделов курса)

Предполагает письменный ответ студента на теоретический вопрос, продемонстрированный примером программы, и устное пояснение ответа. Пример программы является обязательным элементом ответа, и его качество оценивается как составляющая общей оценки за экзамен.

Список вопросов:

1. Примеры практического применения параллельных численных методов. Привести программный пример применения параллельного численного метода для какой-либо задачи.
2. Оценка ускорения при использовании параллельных численных методов. Привести пример оценки для какой-либо программной реализации.
3. Оценка эффективности использования процессорного времени при использовании параллельных численных методов. Привести пример оценки для какой-либо программной реализации.

4. Работа с матрицами в системе MATLAB. Команды языка MATLAB. Визуализация результатов. Основные функции, реализующие численные методы. Продемонстрировать примерами.
5. Возможности Parallel Toolbox. Команда parfor. Продемонстрировать примерами.
6. Возможности Parallel Toolbox. Команда spmd. Продемонстрировать примерами.
7. Параллельные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
8. Вычисление частных сумм последовательности числовых значений. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
9. Каскадные схемы суммирования. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
10. Умножение матрицы на вектор. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
11. Матричное умножение. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
12. Алгоритмы сортировки. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
13. Алгоритмы поиска путей на графе. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
14. Алгоритмы раскраски графа. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
15. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
16. Решение волнового уравнения. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
17. Решение задачи теплопроводности. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
18. Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
19. Параллельная реализация метода Монте-Карло для вычисления определённых интегралов. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
20. Параллельная реализация метода Монте-Карло для решения дифференциальных уравнений. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
21. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритм Кули-Тьюки быстрого преобразования Фурье и его разновидности. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
22. Параллельная реализация быстрого преобразования Фурье. Оценка эффективности. Пример программной реализации.
23. Фурье-метод расщепления по физическим факторам и его параллельная реализация. Оценка эффективности. Пример программной реализации.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : учебное пособие для вузов по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / А. В. Боресков [и др.] ; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносов (МГУ) ; авт. предисл. В. А. Садовничий .— Москва : Московский университет (МГУ), 2012 .— 333 с. : цв. ил. — (Суперкомпьютерное образование) .— Библиогр.: с. 297-300 .— ISBN 978-5-211-06340-2
2. Модели параллельного программирования. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012. - 384 с.: ил. - (Серия "Библиотека профессионала") - ISBN 978-5-91359-102-9
3. Лекции по численным методам математической физики: Уч.пос./ М.В.Абакумов, А.В.Гулин; МГУ им. М.В.Ломоносова. Факультет вычисл. математике и

кибернетики. - М.:НИЦ ИНФРА-М,2013-158 с.: 60x88 1/16. ISBN 978-5-16-006108-5

б) дополнительная литература:

1. Кудряшова Е.С. Михайлова Н.Н. Хусаинов А.А. Моделирование конвейерных и волновых вычислений / Интернет-журнал \"Науковедение\", Вып. 1, 2014
2. Дьяконов, В. П. MATLAB 7.* / R2006 / R2007 [Электронный ресурс] : Самоучитель / В. П. Дьяконов. - М.: ДМК Пресс, 2008. - 768 с.: ил. - ISBN 978-5-94074-424-5.
3. Фурсов В.А. и др. Введение в программирование для параллельных ЭВМ и кластеров. - Самара: СНЦ РАН, СГАУ, 2000 – 164с.

в) периодические издания:

1. Computerworld Россия, ISSN: 1560-5213.
2. Мир ПК, ISSN: 0235-3520.

г) интернет-ресурсы:

1. Информационно-аналитические материалы по параллельным вычислениям // Режим доступа: <http://www.parallel.ru>.
2. Информационные материалы Центра компьютерного моделирования Нижегородского университета // Режим доступа: <http://www.software.unn.ac.ru/ccam>
3. Информационные материалы рабочей группы IEEE по кластерным вычислениям // Режим доступа: <http://www.ieeetfcc.org>
4. Introduction to Parallel Computing (Teaching Course) // Режим доступа: <http://www.ece.nwu.edu/~choudhar/C58/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционный курс частично обеспечен мультимедийными презентациями. В случае отсутствия возможности проведения занятий в уже оборудованной мультимедийным проектором аудитории используются переносной экран и проектор, имеющиеся на кафедре ФипМ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Рабочую программу составил доцент каф. ФиПМ Лексин А.Ю.
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) гл. директор ООО "РС Сервис" Лександров Д.С.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 1А от 01.10.15 года

Заведующий кафедрой _____ Аракелян С.М.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Протокол № 1А от 01.10.15 года

Председатель комиссии _____ Аракелян С.М.
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2016-2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.16 года

Заведующий кафедрой _____ Аракелян С.М.

Рабочая программа одобрена на 2017-2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года

Заведующий кафедрой _____ Аракелян С.М.

Рабочая программа одобрена на 2018-2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.18 года

Заведующий кафедрой _____ С.М. Аракелян