


Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ГГТУ им. П.О.Сухого


А.А. Бойко
«17» 06 2018

Регистрационный № УД.инст-49/17

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ
МОДЕЛИРОВАНИИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности магистратуры

1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ»

2018

Учебная программа составлена на основе:

– образовательного стандарта второй ступени высшего образования специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», рег. № ОСВО 1-40 80 04-2012;

– учебных планов второй ступени высшего образования специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», № 1 40-2-03/уч. от 20.06.2017, № 1 40-2-04/уч. от 20.06.2017.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.В. Комраков, доцент кафедры «Информационные технологии» УО "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого", канд. технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.Н. Семенов, заведующий кафедрой информационно-вычислительных систем УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», доктор технических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Информационные технологии»
(протокол № 15 от 28.05 2018);

Научно-методическим советом Факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 4 от 04.06 2018);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 26.06 2018).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа «Распределенные вычисления в математическом моделировании» разработана для магистрантов высших учебных заведений специальности 1–40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В основу программы положена программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 11 февраля 2011 г. № 35).

Цель дисциплины - изучение базовых принципов, овладение современными методами, программными средствами и системами для проведения распределенных вычислений при исследовании реальных объектов с помощью математического моделирования.

Задачи дисциплины:

- изучение классификации вычислительных высокопроизводительных систем;
- изучение различных архитектур вычислительных высокопроизводительных систем;
- изучение современных методов повышения производительности распределенных систем;
- изучение современных принципов организации распределенных вычислений;
- изучение альтернативных вычислительных систем;
- изучение программного обеспечения высокопроизводительных вычислений;
- изучение современных методов распараллеливания вычислений;
- изучение высокопроизводительных вычислений в научных исследованиях;

В результате изучения учебной дисциплины студент должен знать:

- терминологию и классификацию вычислительных высокопроизводительных систем;
- архитектуры вычислительных высокопроизводительных систем;
- современные методы повышения производительности распределенных систем;
- современные принципы организации распределенных вычислений;
- основные альтернативные вычислительные системы;
- современные методы распараллеливания вычислений;
- методы и средства для обеспечения высокопроизводительных вычислений в научных исследованиях.

уметь:

- разрабатывать модель вычислений в виде графа;
- определять показатели качества параллельных методов;

- проводить анализ информационных потоков, возникающий при выполнении параллельных алгоритмов;
- разрабатывать алгоритмы и реализацию методов исследования реальных объектов с помощью математического моделирования;
- проводить анализ проблем, возникающих при организации параллельных вычислений и находить пути их преодоления

владеть:

- исследовательскими навыками;
- междисциплинарным подходом при решении задач;
- основными методами оптимизации при принятии оптимальных решений.

Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

- АК-1 – способность самостоятельной научно-исследовательской деятельности, готовность генерировать и использовать новые идеи;
- АК-2 – методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-управленческой и инновационной деятельности;
- ПК-НИ-1 – осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- ПК-НИ-2 – разрабатывать методики проектирования и построения математических моделей процессов и объектов;
- ПК-НИ-3 – выполнять моделирование процессов и объектов на базе пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- ПК-НИ-4 – выполнять анализ результатов проведения численных экспериментов, осуществлять выбор оптимальных решений;
- ПК-ОУ-1 – принимать оптимальные управленческие решения;
- ПК-ОУ-2 – находить компромисс между различными требованиями, как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании.

Всего часов по дисциплине - 176 часов; аудиторных часов по дневной форме - 64, заочной - 20; трудоемкость учебной дисциплины - 4,5 зачетных единиц.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная.

	ДО	ЗО
Курс	2	2
Семестр	3	3,4
Лекции (часов)	32	10
Лабораторные занятия (часов)	32	10
Всего аудиторных (часов)	64	20
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине		
Экзамен	3	4
Зачет	-	-
Тестирование	-	-

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основные типы архитектур вычислительных машин и систем

Тема 1.1. Введение.

Эволюция развития вычислительных высокопроизводительных систем. Классическая Фои-Неймановская архитектура. Задачи, решаемые с помощью многопроцессорных систем. Требования к алгоритмам для суперкомпьютеров.

Тема 1.2. Основные понятия и классификация вычислительных систем.

Многопроцессорные системы с общей и распределенной памятью. Канал передачи данных и его свойства. Синхронная и асинхронная передача данных. Семафоры и операции над ними. Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов. Свойство внутреннего параллелизма алгоритма. Краткая характеристика, способы достижения, принципы построения параллельных вычислительных систем (ПВС). Классификация параллельных вычислительных систем, типовые топологии сетей передачи данных в ПВС. Классификация современных вычислительных систем (по Флинну).

Тема 1.3. Моделирование и анализ алгоритмов параллельных вычислений.

Модель вычислений в виде графа "операции – операнды". Основные показатели качества параллельных методов – ускорение (speedup), эффективность (efficiency), стоимость (cost) и масштабируемость (scalability) вычислений. Анализ информационных потоков, возникающий при выполнении параллельных алгоритмов. Общая характеристика механизмов передачи данных, анализ трудоемкости основных операций обмена информацией, методы логического представления структуры многопроцессорных вычислительных систем.

Тема 1.4. Методы построения алгоритмов параллельных вычислений.

Базовые принципы разработки параллельных алгоритмов. Основные понятия, этапы создания и анализа параллельных алгоритмов. Методы построения параллельных алгоритмов: геометрического параллелизма, конвейерного параллелизма, коллективного решения, их свойства. Проблемы статической и динамической балансировки загрузки процессоров. Алгоритм диффузной балансировки загрузки.

Раздел 2. Программное и математическое обеспечение высокопроизводительных вычислений

Тема 2.1. Программное обеспечение высокопроизводительных вычислений.

Роль программного обеспечения в высокопроизводительных вычислениях. Операционные системы поддержки параллельных и распределенных вычисле-

ний: UNIX (Linux) и Windows. Краткая характеристика основных языков высокопроизводительных вычислений: C, C++, High Performance Fortran (HPF).

Тема 2.2. Параллельное программирование на основе MPI.

Стандарт для программирования в системах с распределенной памятью MPI. Обзор истории возникновения и развития, а также его основные возможности. Построение эталонного последовательного алгоритма сортировки. Минимальные сети сортировки. Построение на основе сетей сортировки параллельного алгоритма сортировки данных и его реализации на системах с общей и с распределенной памятью.

Тема 2.3. Параллельные методы матричного умножения.

Задача умножения матрицы на вектор. Методы разделения матрицы между процессорами вычислительной системы. Задача умножения матриц. Алгоритм, основанный на ленточной схеме разделения данных, алгоритм Фокса (Fox) и алгоритм Кэпона (Cannon).

Тема 2.4. Решение систем линейных уравнений.

Последовательный и параллельный варианты метода Гаусса. Задачи, приводящие к появлению систем линейных уравнений (СЛАУ) с трехдиагональной матрицей коэффициентов. Параллельные алгоритмы решения трехдиагональных СЛАУ. Итерационные методы. Диффузная балансировка нагрузки процессоров.

Тема 2.5. Параллельные алгоритмы численного интегрирования.

Параллельные алгоритмы интегрирования функции одной переменной, построенные на основе методов геометрического параллелизма и коллективного решения. Адаптивный последовательный алгоритм интегрирования. Параллельный алгоритм интегрирования с динамической балансировкой загрузки для многопроцессорных систем с общей памятью.

Тема 2.6. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Организация параллельных вычислений для решения дифференциальных уравнений в частных производных. Способы распараллеливания сеточных методов на многопроцессорных вычислительных системах с общей и распределенной памятью. Проблемы, возникающие при организации параллельных вычислений, анализ причин их появления и нахождение путей преодоления.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 (Дневная форма получения образования) Специальность 1–40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Номер раздела, темы	Название раздела, Темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП*	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основные типы архитектур вычислительных машин и систем							
1.1.	Введение	2						Э
1.2.	Основные понятия и классификация вычислительных систем	2						Э
1.3.	Моделирование и анализ алгоритмов параллельных вычислений	2	6					ЗЛР, О, Э
1.4.	Методы построения алгоритмов параллельных вычислений	2						Э
2.	Программное и математическое обеспечение высокопроизводительных вычислений							
2.1.	Программное обеспечение высокопроизводительных вычислений	2						Э
2.2.	Параллельное программирование на основе MPI	6	6					ЗЛР, О, Э
2.3.	Параллельные методы матричного умножения	4	4					ЗЛР, О, Э
2.4.	Решение систем линейных уравнений	4	6					ЗЛР, О, Э

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.5.	Параллельные алгоритмы численного интегрирования	4	4					ЗЛР, О, Э
2.6.	Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	4	6					ЗЛР, О, Э
	Итого	32	32					

Принятые обозначения: О - отчет по лабораторной работе; ЗЛР - защита лабораторной работы; Э - экзамен.

Библиотека ГГТУ им. П.О.Семанова

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 (Заочная форма получения образования) Специальность 1–40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Номер раздела, темы	Название раздела, Темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основные типы архитектур вычислительных машин и систем							
1.1.	Введение	0,5						Э
1.2.	Основные понятия и классификация вычислительных систем	0,5						Э
1.3.	Моделирование и анализ алгоритмов параллельных вычислений	0,5	2					ЗЛР, О, Э
1.4.	Методы построения алгоритмов параллельных вычислений	1						Э
2.	Программное и математическое обеспечение высокопроизводительных вычислений							
2.1.	Программное обеспечение высокопроизводительных вычислений	0,5						Э
2.2.	Параллельное программирование на основе MPI	2	2					ЗЛР, О, Э
2.3.	Параллельные методы матричного умножения	1	1					ЗЛР, О, Э
2.4.	Решение систем линейных уравнений	1	2					ЗЛР, О, Э

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.5.	Параллельные алгоритмы численного интегрирования	1	1					ЗЛР, О, Э
2.6.	Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	2	2					ЗЛР, О, Э
	Итого	10	10					

Принятые обозначения: О - отчет по лабораторной работе; ЗЛР - защита лабораторной работы; Э - экзамен.

Библиотека ГГТУ им. П.О.Семанова

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Барский, А. Б. Параллельные процессы в вычислительных системах: планирование и организация / А. Б. Барский. – Москва : Радио и связь, 1990. – 256 с.
2. Князева М. Д. Алгоритмика: от алгоритма к программе : учеб. пособие. – Москва : Кудиц-образ, 2006. – 191 с.
3. Кухарев Г. А. Алгоритмы и систолические процессы для обработки многозначных данных. – Минск : Навука і тэхніка, 1990. – 296 с.
4. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо. – Санкт-Петербург : Питер, 2002. – 687с.
5. Тихонов, В. А. Организация ЭВМ и систем : учебник для вузов / В. А. Тихонов, А. В. Баранов. - Москва : Гелиос АРВ, 2008. – 383 с.

Дополнительная литература

1. Ваях, Е. Последовательно-параллельные вычисления / Е. Ваях ; пер. с англ. И. А. Николаева, А. М. Степанова. – Москва : Мир, 1985. – 456 с.
2. Параллельные вычисления : Пер. с англ. / Под ред. Г. Родрига. – М. : Наука, 1986. – 374с.
3. Хартов, В. Я. Микропроцессорные системы : учебное пособие для вузов / В. Я. Хартов. – Москва : Академия, 2010. – 351 с.
4. Корнеев, В.В. Параллельные вычислительные системы / В.В. Корнеев. – М.: Нолидж, 1999. – 382с.
5. Павловский Ю.Н. Проблема декомпозиции в математическом моделировании /Ю.Н. Павловский М. Фазис. – 1998. – 286с.
6. Программирование на параллельных вычислительных системах под ред. Р.Бэбба, – М. Мир, 1991. – 341с.

Список литературы, список МП (Киселева И.В.)
Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

1. <https://www.intuit.ru/studies/courses/4447/983/lecture/14919> – курс об основах параллельных вычислений
2. http://window.edu.ru/resource/069/24069/files/gergel_nnsu.pdf
3. <http://oi.ssau.ru/docs/lecparall.pdf> – лекции о параллельных вычислениях
4. <https://www.intuit.ru/studies/courses/45/45/lecture/1338>
5. <http://headinsider.info/1x11a9d.html> – архитектура компьютерных систем
6. <http://stydopedia.ru/2xab00.html>

Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Графовые модели программ для проведения распределенных вычислений.
2. Последовательный и параллельный алгоритмы сортировки.
3. Параллельные методы умножения матрицы на вектор.
4. Параллельные методы матричного умножения.
5. Решение систем линейных уравнений.
6. Параллельные алгоритмы интегрирования функции одной переменной.
7. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Эволюция развития вычислительных высокопроизводительных систем.
2. Классическая Фон-Неймановская архитектура.
3. Задачи, решаемые с помощью многопроцессорных систем.
4. Требования к алгоритмам для суперкомпьютеров.
5. Многопроцессорные системы с общей и распределенной памятью.
6. Канал передачи данных и его свойства.
7. Синхронная и асинхронная передача данных.
8. Семафоры и операции над ними.
9. Ускорение и эффективность параллельных алгоритмов.
10. Свойство внутреннего параллелизма алгоритма.
11. Краткая характеристика ПВС.
12. Способы достижения параллелизма в ПВС.
13. Принципы построения ПВС.
14. Классификация параллельных вычислительных систем
15. Типовые топологии сетей передачи данных в ПВС.
16. Классификация современных вычислительных систем (по Флинну).
17. Модель вычислений в виде графа "операции – операнды".
18. Основные показатели качества параллельных методов – ускорение (speedup), эффективность (efficiency), стоимость (cost) и масштабируемость (scalability) вычислений.
19. Анализ информационных потоков, возникающий при выполнении параллельных алгоритмов.
20. Общая характеристика механизмов передачи данных.
21. Анализ трудоемкости основных операций обмена информацией.
22. Методы логического представления структуры многопроцессорных вычислительных систем.
23. Базовые принципы разработки параллельных алгоритмов.

24. Основные понятия, этапы создания и анализа параллельных алгоритмов.
25. Методы построения параллельных алгоритмов: геометрического параллелизма, конвейерного параллелизма, коллективного решения, их свойства.
26. Проблемы статической и динамической балансировки загрузки процессоров. Алгоритм диффузной балансировки загрузки.
27. Роль программного обеспечения в высокопроизводительных вычислениях.
28. Операционные системы поддержки параллельных и распределенных вычислений: UNIX (Linux) и Windows.
29. Краткая характеристика основных языков высокопроизводительных вычислений: C, C++, High Performance Fortran (HPF).
30. Стандарт для программирования в системах с распределенной памятью MPI.
31. Обзор истории возникновения и развития, а также основные возможности MPI.
32. Построение эталонного последовательного алгоритма сортировки.
33. Минимальные сети сортировки.
34. Построение на основе сетей сортировки параллельного алгоритма сортировки данных и его реализации на системах с общей и с распределенной памятью.
35. Задача умножения матрицы на вектор.
36. Методы разделения матрицы между процессорами вычислительной системы.
37. Задача умножения матриц.
38. Алгоритм, основанный на ленточной схеме разделения данных.
39. Алгоритм Фокса (Fox).
40. Алгоритм Кэмпона (Cannon).
41. Последовательный и параллельный варианты метода Гаусса.
42. Задачи, приводящие к появлению систем линейных уравнений (СЛАУ) с трехдиагональной матрицей коэффициентов.
43. Параллельные алгоритмы решения трехдиагональных СЛАУ.
44. Итерационные методы решения трехдиагональных СЛАУ.
45. Диффузная балансировка нагрузки процессоров.
46. Параллельные алгоритмы интегрирования функции одной переменной, построенные на основе методов геометрического параллелизма и коллективного решения.
47. Адаптивный последовательный алгоритм интегрирования.
48. Параллельный алгоритм интегрирования с динамической балансировкой загрузки для многопроцессорных систем с общей памятью.
49. Организация параллельных вычислений для решения дифференциальных уравнений в частных производных.
50. Способы распараллеливания сеточных методов на многопроцессорных вычислительных системах с общей и распределенной памятью.

51. Проблемы, возникающие при организации параллельных вычислений, анализ причин их появления и нахождение путей преодоления.

Перечень компьютерных программ

1. Операционная система Windows 7 Service Pack 1 и выше.
2. Apache Open Office или Libre Office.
3. Microsoft Visual Studio.

Диагностика компетенций студента

Для оценки достижений студентов рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам курса;
- письменные отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- выступление студентов с докладами на студенческих научно-практических конференциях;
- сдача зачета по дисциплине.

Название дисциплины, с которой требуется со- гласование	Название кафедры	Предложения об изме- нениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разрабо- тавшей учебную про- грамму (с ука- занием даты и но- мера про- токола)
1	2	3	4
Конечно-элементное моделирование темпе- ратурных полей	ИТ	-	Протокол № 15 от 28.05.2018 г.

Зав. кафедрой
"Информационные технологии"



К.С. Курочка

Библиотека ГГТУ