

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ПИ
Д.В. Артамонов
10 2014г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
А1.В.ОД.5 СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки
01.06.01 Математика и механика

Направленность (профиль):
Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Квалификация (степень) – Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения: очная

Пенза – 2014 г.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины – обучение аспирантов построению СК-моделей и работе на многопроцессорных вычислительных системах, развитие навыков решения больших физико-технических и инженерно-физических задач, понимания основ теории параллельных вычислений и повышения у аспирантов уровня научных исследований, необходимого для решения больших и сверхбольших вычислительных задач в прикладных науках и разработке алгоритмов их решения для многопроцессорных вычислительных систем.

Задачи дисциплины:

- освоить углубленно методику суперкомпьютерного моделирования и численного решения краевых и начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и для уравнений в частных производных;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний для численного решения задач естествознания на суперкомпьютерах;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний для решения практических больших и сверхбольших вычислительных прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспиранта

Дисциплина «Суперкомпьютерное моделирование» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана ООП по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика, профилю «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по курсам математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений; уравнений с частными производными; функционального анализа; алгебры; теории функций комплексного переменного; численных методов, программирования на языке C/C++.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, могут быть применены при подготовке и написании диссертации по специальности 01.01.02 «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

3. Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения программы дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-7	способность разрабатывать параллельные алгоритмы для решения задач вычислительной математики и математического моделирования	<i>Знать:</i> основные методы разработки параллельных алгоритмов для решения задач математической физики
		<i>Уметь:</i> разрабатывать и отлаживать вычислительные программы решения краевых задач для многопроцессорных систем
		<i>Владеть:</i> навыками создания программ и их распараллеливания.

4. Структура и содержание дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование»

4.1. Структура дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, практические занятия 18 часов, самостоятельная работа 54 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая са- мостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего кон- троля успеваемости (по неделям семестра)		
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа			Оценка работы на практиче- ских/лабораторных заня- тиях	Проверка решения стати- стических задач и упраж- нений	Контрольная работа
				Всего	Лекция	Практические / лабора- торные занятия	Всего	Подготовка к Практиче- ским/лабораторным заня- тиям	Подготовка к контроль- ной работе			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Раздел 1. Параллельные алгоритмы.	6	1-6	6		6	18	18		1-6		
	Тема 1.1. Теория и практика параллельных вычислений.		1-3	3		3	9	9		1-3		
	Тема 1.2. Моделирование и анализ параллельных вычислений.		4-6	3		3	9	9		4-6		
	Раздел 2. Параллельное программирование на основе MPI.	6	7-12	6		6	18	18		7-12		
	Тема 2.1. Архитектура параллельных вычислительных систем.		7-9	3		3	9	9		7-9		
	Тема 2.2. Программирование на MPI.		10-12	3		3	9	9		10-12		
	Раздел 3. Оценка эффективности парал-	6	13-18	6		6	18	18		13-18		

	ельных алгоритмов											
	Тема 3.1. Параллельные методы умножения матрицы на вектор.		13-15	3		3	9	9			13-15	
	Тема 3.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений (прямые и итерационные методы).		16-18	3		3	9	9			16-18	
	Общая трудоемкость, в часах		72	18		18	54	54			Промежуточная аттестация	
											Форма	Семестр
											зачет	6 семестр

4.2. Содержание дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование».

РАЗДЕЛ 1. Параллельные алгоритмы.

Тема 1.1. Теория и практика параллельных вычислений.

Тема 1.2. Моделирование и анализ параллельных вычислений.

1. Математическое моделирование в естествознании.
2. Принципы математического моделирования.
3. Корректно поставленные задачи.
4. Некорректно поставленные задачи.
5. Оценка вычислительной сложности задачи.
6. Распараллеливание основной задачи.
7. Распараллеливание подзадач.

РАЗДЕЛ 2. Параллельное программирование на основе MPI.

Тема 2.1. Архитектура параллельных вычислительных систем.

Тема 2.2. Программирование на MPI.

1. Операционная система Unix (Linux).
2. Запуск приложений MPI. Примеры параллельных программ.
3. Разработка масштабируемой MPI-программы с использованием операций стандартного неблокирующего двухточечного обмена.
4. Коллективные функции для приема/передачи сообщений между процессами.
5. Использование производных типов данных.
6. Глобальные вычислительные операции над распределенными данными.

РАЗДЕЛ 3. Оценка эффективности параллельных алгоритмов.

Тема 3.1. Параллельные методы умножения матрицы на вектор.

Тема 3.2. Решение систем линейных алгебраических уравнений (прямые и итерационные методы).

1. Параллельные алгоритмы для решения систем линейных алгебраических уравнений прямыми методами.
2. Параллельные алгоритмы для решения систем линейных алгебраических уравнений итерационными методами.
3. Параллельные алгоритмы для решения СЛАУ, возникающих при решении интегральных уравнений.
4. Параллельные алгоритмы для решения СЛАУ, возникающих при решении дифференциальных уравнений в частных производных.
5. Принципы суперкомпьютерного моделирования.

4.3. Особенности организации изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Организация изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с

1. ст.79, 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Раздел IV, п.п. 46-51 приказа Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»;
3. Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ от 08.04.2014 г. № АК-44/05 вн).

5. Образовательные технологии.

В ходе освоения дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование» при проведении **аудиторных** занятий используются следующие образовательные технологии:

1. Технология традиционного обучения реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

1.1. Практические (лабораторные) занятия, имеющие основной целью углубленное изучение определенных тем курса.

Занятия, проводимые в интерактивной форме, в том числе с использованием интерактивных технологий, составляют 40 % от общего количества аудиторных занятий.

При организации **самостоятельной работы** используются следующие технологии:

1. Технология систематизации имеющейся информации (работа с конспектом лекции; все темы);

2. Технология поиска и сбора новой информации (работа на компьютере с целью поиска информации в базах данных, работа с учебной, справочной и научной литературой с целью подготовки к семинарам; все темы);

3. Технология анализа и представления новой информации (работа по подготовке устных сообщений на семинарах-круглых столах, все темы).

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы аспирантов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература (номера источников из разд. 7 программы)	Количество часов
1	1.1	Подготовка к практическим занятиям	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1	9
2	1.2	Подготовка к практическим занятиям	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1	9
3	2.1	Подготовка к практическим занятиям	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1,2.	9
4	2.2	Подготовка к практическим занятиям	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1,2	9
5	3.1	Подготовка к практическим занятиям	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1,2	9
6	3.2	Подготовка к практическим занятиям	Изучить литературу и решить задачи по теме	основная – 1,2,3,4; дополнительная – 1,2	9

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы аспирантов

Аспиранты получают от преподавателя задание на повторение пройденного материала и самостоятельное изучение дополнительного материала по изучаемым темам дисциплины. Преподаватель предлагает студентам литературу для самостоятельного изучения, а также выдает задания на практическую (лабораторную) работу.

Для углубленного изучения теоретического материала, выполнения выданных практических заданий, подготовки к практическим занятиям рекомендуется пользоваться рекомендуемой литературой из раздела 7 программы, а также иной литературой из электронных библиотечных систем.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	оценка работы на практических занятиях	Теория и практика параллельных вычислений.	ПК–7
2	оценка работы на практических занятиях	Моделирование и анализ параллельных вычислений.	ПК–7
3	оценка работы на практических занятиях	Архитектура параллельных вычислительных систем.	ПК–7
4	оценка работы на практических занятиях	Программирование на MPI.	ПК–7
5	оценка работы на практических занятиях	Параллельные методы умножения матрицы на вектор.	ПК–7
6	оценка работы на практических занятиях	Решение систем линейных алгебраических уравнений (прямые и итерационные методы).	ПК–7

Перечень лабораторных работ

1. Операционная система Unix (Linux).
2. Запуск приложений MPI. Примеры параллельных программ.
3. Разработка масштабируемой MPI-программы с использованием операций стандартного неблокирующего двухточечного обмена.
4. Коллективные функции для приема/передачи сообщений между процессами.
5. Использование производных типов данных.
6. Глобальные вычислительные операции над распределенными данными.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Математическое моделирование в естествознании.
2. Принципы математического моделирования.
3. Корректно поставленные задачи.
4. Некорректно поставленные задачи.
5. Оценка вычислительной сложности задачи.
6. Распараллеливание основной задачи.
7. Распараллеливание подзадач.
8. Параллельные алгоритмы для решения систем линейных алгебраических уравнений прямыми методами.
9. Параллельные алгоритмы для решения систем линейных алгебраических уравнений итерационными методами.
10. Параллельные алгоритмы для решения СЛАУ, возникающих при решении интегральных уравнений.
11. Параллельные алгоритмы для решения СЛАУ, возникающих при решении дифференциальных уравнений в частных производных.
12. Принципы суперкомпьютерного моделирования.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование»

7.1. Основная литература:

1. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016 (ЭБС Лань, <https://e.lanbook.com/book/100738#authors>).
2. Жуматий С.А., Воеводин В.В. Вычислительное дело и кластерные системы: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016 (ЭБС Лань, https://e.lanbook.com/book/100723#book_name).
3. Гергель В.П., Воеводин В.В., Сысоев А.В., Баркалов К.А. Intel Parallel Programming Professional (Introduction): Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016 (ЭБС Лань, https://e.lanbook.com/book/100606#book_name).
4. Жуматий С.А., Дацюк О.В. Администрирование суперкомпьютеров и кластерных систем: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 2014 (ЭБС Лань, <https://e.lanbook.com/book/96160#authors>).

7.2. Дополнительная литература:

1. Боресков А.В., Харламов А.А., Марковский Н.Д., Микушин Д.Н. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA. Серия "СКО": Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова. 2015 (ЭБС Лань, https://e.lanbook.com/book/73095#book_name).

2. Соснин В.В., Балакшин П.В. Введение в параллельные вычисления: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015 (ЭБС Лань, <https://e.lanbook.com/book/91486#authors>).

7.3. Интернет-ресурсы:

1. Общероссийский математический портал Math-Net: <http://www.mathnet.ru/>
2. Научная электронная библиотека Elibrary: <http://www.elibrary.ru/>
3. ЭБС Лань: <https://e.lanbook.com>

7.4. Программное обеспечение:

См. п.8 программы.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование»

Для освоения данной дисциплины необходимы:

– компьютерный класс с доступом в Интернет. Отдельный ПК для преподавателя и подключенный к компьютеру проектор для демонстрации презентаций. Интерактивный компьютерный вариант – рабочее место аспиранта, компьютер (допускается одно место на два человека в течение учебного процесса). Индивидуальное рабочее место аспиранта.

– электронные презентации по теме курса в формате программных приложений Adobe Acrobat reader. Демонстрация ресурсов Интернет (избранных сайтов) по теме лекций и практических занятий, необходим браузер Opera, Yandex или иные.

– для подготовки материала к занятиям требуется пакет LaTeX.

– при освоении дисциплины для выполнения лабораторных работ необходимы классы персональных компьютеров с набором компиляторов и скриптов для языков C/C++.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 01.06.01 «Математика и механика» подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Программу составили:
Смирнов Ю.Г., д.ф.-м.н., профессор,
зав. кафедрой «Математика и суперкомпьютерное моделирование»

Программа обсуждена на заседании кафедры МСМ
Протокол № 1 от «1» 09 2014 года
Зав. кафедрой _____ Смирнов Ю.Г.
(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с деканом факультета ВТ

Декан факультета ВТ

_____ Фионова Л.Р. 19.09.14
(подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

Протокол № 1 от «19» 09 2014 года
Председатель методической комиссии факультета ВТ _____ Коннов Н.Н.
(подпись, Ф.И.О.)

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

