

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова  
в городе Сарове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала МГУ

в городе Сарове

/В.В. Восводиц/



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Наименование дисциплины (модуля):**

«Параллельные методы решения задач»

**Уровень высшего образования:**

*Подготовка магистров (неинтегрированная магистратура)*

**Направление подготовки (специальность):**

02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" (3++)

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Суперкомпьютерные технологии и фундаментальная информатика

**Форма обучения:**

Очная

Саров 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" программы магистратуры - приказ МГУ 30 августа 2019 года № 1054 (в редакции приказа МГУ от 11 сентября 2019 года № 1109).

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Параллельные методы решения задач

### 2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в магистратуре.

### 3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

Направление 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии". Направленность (профиль) «Суперкомпьютерные технологии и фундаментальная информатика».

### 4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в вариативную часть магистерской программы(дисциплина по выбору студента).

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию	<b>Знать</b> историю развития прикладной математики и информатики, особенности возникновения и развития основных методов, понятий, идей, научных теорий в прикладной математике и информатике; методы критического анализа проблемных ситуаций в области прикладной математики и информатики; методологию научного познания.

<p>действий, формулировать научно-обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Уметь</b> Критически анализировать проблемные ситуации в области прикладной математики и информатики на основе системного подхода</p> <p><b>Владеть</b> Способен формулировать научно-обоснованные гипотезы в профессиональной области.</p>
<p>ОПК-2. Способен применять, совершенствовать и реализовывать новые компьютерные / суперкомпьютерные методы и современные программные комплексы (в том числе современное программное обеспечение отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> компьютерные и суперкомпьютерные методы, программные средства</p> <p><b>Уметь:</b> применять компьютерные и суперкомпьютерные методы, программные средства для решения задач прикладной математики и информатики;</p> <p><b>Владеть:</b> способность реализовывать и совершенствовать компьютерные и суперкомпьютерные методы, программные средства для решения задач, связанных с реализацией профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-1. Способен в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, определять теоретическую основу и методологию исследования, разрабатывать план исследования в области информатики и информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p><b>Знать:</b> Компьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения математического моделирования и обработки данных; типовые методики проведения исследования в области информатики и информационно-коммуникационных технологий; современные методы построения и исследования вычислительных алгоритмов для решения основных классов задач, возникающих в современной науке и технике.</p> <p><b>Уметь:</b> Создавать математические модели реальных явлений и процессов; разрабатывать план исследования математических моделей реальных явлений и процессов; анализировать вычислительные алгоритмы, определять область их применимости; оценивать новизну вычислительных алгоритмов</p> <p><b>Владеть:</b> Способность разрабатывать план исследования в области информатики и информационно-коммуникационных технологий; методами построения и исследования вычислительных алгоритмов для решения основных классов задач, возникающих в современной науке и технике.</p>
<p>МПК-1 Способность понимать и применять в исследовательской и</p>	<p><b>Знать:</b> компьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения</p>

<p>прикладной деятельности современные суперкомпьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах.</p>	<p>крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах.</p> <p><b>Уметь:</b> применять в исследовательской и прикладной деятельности современные компьютерные технологии, математический аппарат, вычислительные методы для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки программ для проведения крупномасштабного математического моделирования и обработки данных на современных высокопроизводительных вычислительных системах.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

## 6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов.

36 часов составляет контактная работа с преподавателем – 36 часов занятий лекционного типа, 72 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

## 7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по математическому анализу, линейной алгебре, уравнениям математической физики, численным методам.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются пакеты прикладных программ MATLAB.

## 9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Данный курс посвящен обзору современного состояния, сложившегося в области высокопроизводительных вычислений. Помимо описания алгоритмов и специального программного инструментария курс содержит описание примеров расчетов различных задач на высокопроизводительных системах. Особое внимание уделяется интерпретации результатов расчетов.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа учащегося, часы			
		из них					из них			
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		
Тема 1. Обзор современного состояния вычислений	17	7	-	-	-	-	7	-	10	10

<p><b>сверхвысокой производительности.</b>  Современное состояние дел с использованием вычислительных систем высокой и сверхвысокой производительности. Необходимость создания алгоритмов и математического обеспечения, адаптируемых к архитектуре систем с экстремально параллелизмом. Требования, предъявляемые к алгоритмам для многопроцессорных систем высокой производительности. Явные схемы – как характерный пример алгоритмов для</p>													
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

многопроцессорных вычислений. Их достоинства и недостатки.										
<b>Тема 2. Кинетические схемы</b> Кинетические схемы и их использование для моделирования задач гидро и газовой динамики: Построение кинетических схем, примеры расчета неустановившихся течений, задач аэроупругости и аэроакустики на многопроцессорных системах. Кинетические схемы для решения задач магнитной газовой динамики. Моделирование задач	<b>38</b>	10	-	1	-	1	<b>12</b>	26	-	<b>26</b>



астрофизики на системах сверхвысокой производительности.										
<b>Тема 3.</b> <b>Неструктурированные сетки.</b> <b>Параллельные алгоритмы решения сеточных уравнений.</b> Неструктурированные сетки: их построение и рациональное разбиение на подобласти при параллельных вычислениях. Параллельные итерационные алгоритмы решения систем сеточных уравнений; $\alpha$ - $\beta$ итерационный метод. Моделирование процессов горения на	<b>30</b>	7	-	-	-	1	<b>8</b>	22	-	<b>22</b>

многопроцессорных системах. Динамическая перезагрузка процессоров											
<b>Тема 4.</b> Вычислительные алгоритмы и решение проблемы отказоустойчивости для систем экзафлопсной производительности.	21	7	-	-	-	-	7	14	-	14	
<b>Промежуточная аттестация – индивидуальное собеседование</b>	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	
<b>Итого</b>	<b>108</b>						<b>36</b>	<b>72</b>			

#### 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

## **Основная учебно-методическая литература**

1. Четверушкин Б.Н. Кинетические схемы и квазигазодинамическая система уравнений. Москва. Макс Пресс 2004.
2. Ильин В.П. Математическое моделирование. Часть I. Непрерывные и дискретные модели. Новосибирск. Изд. СО РАН.2017.
3. Якобовский М.В. Введение в параллельные методы решения задач. Изд. МГУ.2012.
4. Лацис А.О. Параллельная обработка данных Москва. Академия. 2010.
5. Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. Спб: БХВ-Петербург. 2002.

## **Перечень программного обеспечения**

1. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node for Power, LE, Self-support
2. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node for Power, LE, Standard
3. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 11 SP4 for x86\_64
4. Операционная система Red Hat Enterprise Linux Server 5.0 for x86\_64
5. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3 for ppc64
6. Операционная система Ubuntu 18.04.
7. Программное обеспечение для виртуализации Oracle VM VirtualBox
8. Операционная система ALTLinuxMATEStarterkit 9 лицензияGPL
9. Программный продукт JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition Free Educational Licenses
10. Программный продукт JetBrainsPyCharm Community Edition Free Educational Licenses
11. Программный продукт JetBrainsCLion Community Edition Free Educational Licenses
12. Программный продукт UPPAAL (<http://www.uppaal.org/>) академическая лицензия

13. Программный продукт Java 8 (64-bit)Oracle Corporation
14. Программный продукт Java SE Development Kit 8(64-bit) Oracle Corporation
15. Программный продукт NetBeans IDE 8.2 NetBeans.org
16. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
17. Программный продуктCodeBlocksThe Code::Blocks Team
18. Программный продукт Free Pascal 3.0.0Free Pascal Team
19. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit)Python Software Foundation
20. Программный продукт R for Windows 3.2.2 R Core Team
21. Программный продуктHaskell Platform 7.10.3 Haskell.org
22. Операционная система Microsoft Windows 7 корпоративная академическая лицензия
23. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
24. Программный продукт Microsoft ProjectProfessional 2013 академическая лицензия
25. Программный продукт Microsoft VisioProfessional 2013 академическая лицензия
26. Программный продукт Microsoft VisualStudioProfessional 2013 - RUS [Русский (Россия)] академическая лицензия
27. Программный продукт MATLAB

### **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА**

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный интерактивной или меловой доской и средствами интерактивной видеотрансляции.

### **12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ**

Русский

### **13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ**

д.ф.- м.н., профессор академик РАН Четверушкин Борис Николаевич

Приложение

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Параллельные методы решения задач»

Промежуточная аттестация состоит из 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: требования, предъявляемые к алгоритмам для многопроцессорных систем высокой производительности, принципы создания алгоритмов и математического обеспечения,	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о требованиях, предъявляемые к алгоритмам для многопроцессорных систем; о принципах создания алгоритмов с параллелизмом.	В целом сформированные, но неполные знания в требованиях, предъявляемые к алгоритмам для многопроцессорных систем; о принципах создания алгоритмов с параллелизмом.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в требованиях, предъявляемые к алгоритмам для многопроцессорных систем; о принципах создания алгоритмов с параллелизмом.	Сформированные систематические знания в требованиях, предъявляемые к алгоритмам для многопроцессорных систем; о принципах создания алгоритмов с параллелизмом.	индивидуальное собеседование

адаптируемых к архитектуре систем с экстремально параллелизмом.						
Уметь строить и применять параллельные алгоритмы решения задач численного анализа.	Отсутствие умений	Фрагментарные умения в области построения и применения параллельных алгоритмов решения задач численного анализа.	В целом сформированное, но не систематическое умение строить и применять параллельные алгоритмы решения задач численного анализа.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение строить и применять параллельные алгоритмы решения задач численного анализа.	Сформированное систематическое умение строить и применять параллельные алгоритмы решения задач численного анализа.	индивидуальное собеседование
Владеть навыками создания алгоритмов, обладающих параллелизмом и применения современные параллельные методы к решению	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками создания алгоритмов, обладающих параллелизмом и применения современные параллельные методы к решению конкретных задач численного анализа	В целом сформированное, но не систематическое владение навыками создания алгоритмов, обладающих параллелизмом и применения современные параллельные методы к решению конкретных задач	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками создания алгоритмов, обладающих параллелизмом и применения современные параллельные методы к решению	Сформированное систематическое владение навыками создания алгоритмов, обладающих параллелизмом и применения современные параллельные методы к решению конкретных задач	индивидуальное собеседование

конкретных задач численного анализа			численного анализа	конкретных задач численного анализа	численного анализа	
-------------------------------------	--	--	--------------------	-------------------------------------	--------------------	--

### Фонды оценочных средств

#### Список вопросов для индивидуального собеседования на промежуточной аттестации.

- 1) Требования, предъявляемые к алгоритмам для многопроцессорных систем высокой производительности.
- 2) Явные схемы. Их достоинства и недостатки.
- 3) Кинетические схемы для моделирования задач гидро и газовой динамики:
- 4) Построение кинетических схем, примеры расчета неустановившихся течений, задач аэроупругости и аэроакустики на много процессорных системах.
- 5) Неструктурированные сетки: их построение и рациональное разбиение на подобласти при параллельных вычислениях.
- 6) Параллельные итерационные алгоритмы решения систем сеточных уравнений;  $\alpha$  - $\beta$  итерационный метод.
- 7) Моделирование процессов горения на многопроцессорных системах. Динамическая перезагрузка процессоров.
- 8) Кинетические схемы для решения задач магнитной газовой динамики.
- 9) Моделирование задач астрофизики на системах сверхвысокой производительности.



10) Вычислительные алгоритмы и решение проблемы отказоустойчивости для систем экзафлопсной производительности.