

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и компьютерное моделирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.07</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 77,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

**Преподаватель**

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Титов Д.А.
	Идентификатор	R763ccf62-TitovDA-2cd5793c

(подпись)

**Д.А. Титов**

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель образовательной программы**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

(подпись)

**М.Ф. Черепова**

(расшифровка подписи)

**Заведующий выпускающей кафедры**

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

(подпись)

**П.В. Зубков**

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение средств и современных компьютерных технологий, используемых при разработке программ, реализующих вычислительные методы для параллельных ЭВМ

### Задачи дисциплины

- изучение студентами принципов построения параллельных компьютеров;
- освоение студентами технологий, используемых при разработке программ для параллельных компьютеров;
- обучение студентов языкам программирования и методам разработки программ для параллельных компьютеров;
- изучение студентами принципов построения вычислительных методов для решения научных и инженерных задач с использованием параллельных компьютеров.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> Выбирает и модифицирует алгоритмы и программные решения в области математического моделирования	знать: - особенности создания и отладки приложений для распределенных систем.  уметь: - выбирать и модифицировать численные методы для решения вычислительных задач на распределенных системах.
ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	знать: - терминологию и основные принципы параллельных и векторных вычислений.  уметь: - разрабатывать программы для распределенных систем, реализующие вычислительные методы.
ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач	знать: - принципы построения распределенных вычислительных систем.  уметь: - использовать программные средства и библиотеки для разработки программ для распределенных систем.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
требований информационной безопасности		

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое и компьютерное моделирование (далее – ОПОП), направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать численные методы, технологии программирования

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные понятия и принципы параллельной обработки данных и распределенных систем	22	2	6	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр.10-49 [4], стр. 50-52
1.1	Основные понятия и принципы параллельной обработки данных и распределенных систем	22		6	4	-	-	-	-	-	-	12	-	
2	Вычислительные методы для решения СЛАУ на распределенных системах	30		10	10	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 132-151
2.1	Вычислительные методы для решения СЛАУ на распределенных системах	30		10	10	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Вычислительные методы для решения задач математической физики на распределенных системах	32		8	12	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр.179-182, 211-215 [4], стр. 67-72

3.1	Вычислительные методы для решения задач математической физики на распределенных системах	32		8	12	-	-	-	-	-	-	12	-	
4	Вычислительные методы для решения задач поиска и сортировки на распределенных системах	24		8	6	-	-	-	-	-	-	10	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [3], стр.116-143
4.1	Вычислительные методы для решения задач поиска и сортировки на распределенных системах	24		8	6	-	-	-	-	-	-	10	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>44</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>77.5</b>			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Основные понятия и принципы параллельной обработки данных и распределенных систем

1.1. Основные понятия и принципы параллельной обработки данных и распределенных систем

Архитектура многопроцессорных вычислительных систем. Параллельные и векторные ЭВМ. Компоненты многопроцессорных вычислительных систем. Основные характеристики параллельных и векторных машин. Конфигурации связей, кластеры. Классификация архитектур, классификация Флинна. Основные характеристики параллелизма и векторизации. Производительность, меры параллелизма, ускорение, эффективность, степень векторизации. Закон Амдаля-Уэра, специальные случаи. Загрузка конвейера, балансировка загрузки, масштабируемость. Согласованность векторных (параллельных) алгоритмов. Разработка параллельных алгоритмов. Анализ потоков данных. Алгоритмы сдваивания и рекурсивного удвоения. Иерархия уровней параллелизма. Модели параллельных вычислений, стена Фокса. Современные концепции и средства параллельного программирования. Цели и базовые примитивы синхронизации. Особенности создания и отладки параллельных приложений..

#### 2. Вычислительные методы для решения СЛАУ на распределенных системах

2.1. Вычислительные методы для решения СЛАУ на распределенных системах

Распаралеливание матрично-векторных операций. Параллельные и векторные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы Гаусса, Жордана, Хаусхолдера, Гивенса. Блочные методы. Решение трехдиагональных систем..

#### 3. Вычислительные методы для решения задач математической физики на распределенных системах

3.1. Вычислительные методы для решения задач математической физики на распределенных системах

Параллельные методы решения уравнений в частных производных. Синхронные и асинхронные итерации. Методы Якоби, Зейделя, последовательной верхней релаксации, полинейные методы. Многоцветные упорядочивания. Альтернирующий метод Шварца..

#### 4. Вычислительные методы для решения задач поиска и сортировки на распределенных системах

4.1. Вычислительные методы для решения задач поиска и сортировки на распределенных системах

Параллельные алгоритмы сортировки. Сортировка «пузырьком», быстрая сортировка, сортировка слиянием. Сети сортировки. Задачи на графах..

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Основные понятия параллелизма и параллельных алгоритмов;
2. Прямые методы решения СЛАУ;
3. Разработка параллельной программы решения задачи в сложной области;

4. Параллельная сортировка.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов раздела "Основные понятия и принципы параллельной обработки данных и распределенных систем"
2. Обсуждение материалов раздела "Вычислительные методы для решения СЛАУ на распределенных системах"
3. Обсуждение материалов раздела "Вычислительные методы для решения задач математической физики на распределенных системах"
4. Обсуждение материалов раздела "Вычислительные методы для решения задач поиска и сортировки на распределенных системах"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
особенности создания и отладки приложений для распределенных систем	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>				+	Контрольная работа/Параллельные методы поиска и сортировки
терминологию и основные принципы параллельных и векторных вычислений	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>	+				Контрольная работа/Принципы построения распределенных вычислительных систем
принципы построения распределенных вычислительных систем	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>		+			Лабораторная работа/Прямые методы решения СЛАУ
<b>Уметь:</b>						
выбирать и модифицировать численные методы для решения вычислительных задач на распределенных системах	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub>	+				Контрольная работа/Принципы построения распределенных вычислительных систем
разрабатывать программы для распределенных систем, реализующие вычислительные методы	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>		+			Лабораторная работа/Прямые методы решения СЛАУ
использовать программные средства и библиотеки для разработки программ для распределенных систем	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>			+		Лабораторная работа/Разработка параллельной программы решения задачи в сложной области

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Прямые методы решения СЛАУ (Лабораторная работа)
2. Разработка параллельной программы решения задачи в сложной области (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Параллельные методы поиска и сортировки (Контрольная работа)
2. Принципы построения распределенных вычислительных систем (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №2)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Богачев, К. Ю. Основы параллельного программирования / К. Ю. Богачев . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 . – 342 с. – (Технический университет) . - ISBN 978-5-94774-037-0 .;
2. Ортега, Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем : пер. с англ. / Дж. Ортега . – М. : Мир, 1991 . – 367 с. - ISBN 5-03-001941-3 .;
3. Зубов, В. С. Структуры и методы обработки данных. Практикум в среде Delphi / В. С. Зубов, И. В. Шевченко . – М. : ФИЛИНЪ, 2004 . – 304 с. - ISBN 5-9216-0053-9 .;
4. А. Б. Барский- "Параллельное программирование", (2-е изд., исправ.), Издательство: "Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»", Москва, 2016 - (346 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=578026>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Visual Studio;
6. MPICH;
7. Notepad++.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
2. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-712, Учебная лаборатория каф. МКМ	стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-714, Преподавательская каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-713/1, Учебно-научная лаборатория каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Алгоритмы и методы распределенных систем

(название дисциплины)

#### 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Принципы построения распределенных вычислительных систем (Контрольная работа)
- КМ-2 Прямые методы решения СЛАУ (Лабораторная работа)
- КМ-3 Разработка параллельной программы решения задачи в сложной области (Лабораторная работа)
- КМ-4 Параллельные методы поиска и сортировки (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Основные понятия и принципы параллельной обработки данных и распределенных систем					
1.1	Основные понятия и принципы параллельной обработки данных и распределенных систем		+			
2	Вычислительные методы для решения СЛАУ на распределенных системах					
2.1	Вычислительные методы для решения СЛАУ на распределенных системах			+		
3	Вычислительные методы для решения задач математической физики на распределенных системах					
3.1	Вычислительные методы для решения задач математической физики на распределенных системах				+	
4	Вычислительные методы для решения задач поиска и сортировки на распределенных системах					
4.1	Вычислительные методы для решения задач поиска и сортировки на распределенных системах					+
Вес КМ, %:			20	20	40	20