

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


**Рабочая программа дисциплины**  
**РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.12
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	8 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	8 семестр - 24 часа;
<b>Практические занятия</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Лабораторные работы</b>	8 семестр - 12 часов;
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	8 семестр - 35,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Тестирование Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	8 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Филатов А.В.
	Идентификатор	R48fdeb40-FilatovAV-93eea018

А.В. Филатов


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Гольцов А.Г.
	Идентификатор	R64210572-GoltsovAG-cebbd3e8

А.Г. Гольцов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Вишняков С.В.
	Идентификатор	R35b26072-VishniakovSV-02810d9

С.В. Вишняков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение методов организации распределенных вычислений и особенностей их применения для решения сложных прикладных задач.

### Задачи дисциплины

- Изучение особенностей построения и функционирования средств распределённых вычислений, их характеристик, состава и решаемых ими задач;
- Изучение способов повышения эффективности использования ресурсов при распределенных вычислениях.

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
ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание принципов построения вычислительных машин, систем и сетей, методов оценки их функционирования	знать: - основные структурные принципы построения многопроцессорных вычислительных систем; - модели и средства параллельного программирования.  уметь: - разрабатывать программы для систем с общей и распределенной памятью.
ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Производит оценку влияния применяемых технических решений на общее функционирование системы	знать: - как связаны между собой параметры вычислительной системы и решаемые ею задачи.  уметь: - оценивать влияние структур вычислительных систем на эффективность выполнения программ.
РПК-1 Способен принимать участие в концептуальном, функциональном и логическом проектировании компьютерных систем	ИД-4 <sub>РПК-1</sub> Осуществляет выбор и конфигурирование аппаратной платформы для вычислительных систем различного назначения	знать: - основные топологии современных вычислительных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительные машины, комплексы, системы и сети (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы программирования на языке высокого уровня
- уметь разрабатывать и отлаживать программное обеспечение

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 2 зачетных единицы, 72 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	Введение. Сосредоточенные и распределённые вычислительные системы, их виды и особенности	6	8	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение. Сосредоточенные и распределённые вычислительные системы, их виды и особенности"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], Глава 1</p>
1.1	Введение. Сосредоточенные и распределённые вычислительные системы, их виды и особенности	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
2	Кластерные вычислительные системы, обобщённая схема и классификация. Особенности построения и классификации кластерных систем	8		4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
2.1	Кластерные вычислительные системы, обобщённая схема и классификация. Особенности построения и	8		4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	

	классификации кластерных систем												
3	Программирование кластерных и распределённых вычислительных систем	37.7	8	12	-	-	-	-	-	-	17.7	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к выполнению лабораторных работ №1 и №2 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение стандарта MPI <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.1	Программирование кластерных и распределённых вычислительных систем	37.7	8	12	-	-	-	-	-	-	17.7	-	[2], Глава 6 [3], Глава 2 [4], ЛР №№ 1-3 [5], Глава 3
4	Сетевые технологии, используемые в кластерных и распределённых вычислительных системах	16	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к выполнению лабораторной работе №3. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение технологии Infiniband <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
4.1	Сетевые технологии, используемые в кластерных и распределённых вычислительных системах	16	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-	[2], Глава 5
5	Метакомпьютинг и сетевые вычислительные сервисы	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Самостоятельное изучение основ метакомпьютинга в интернете <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
5.1	Метакомпьютинг и сетевые вычислительные сервисы	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	[3], Глава 2
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>35.7</b>	<b>-</b>
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>35.7</b>	<b>-</b>

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Введение. Сосредоточенные и распределённые вычислительные системы, их виды и особенности

1.1. Введение. Сосредоточенные и распределённые вычислительные системы, их виды и особенности

В разделе приводится классификация вычислительных систем по степени их распределённости, показываются основные отличительные черты распределённых вычислительных систем от сосредоточенных. Приводится классификация топологий и основные расчётные формулы временных затрат на передачу данных в разных топологиях.

#### 2. Кластерные вычислительные системы, обобщённая схема и классификация. Особенности построения и классификации кластерных систем

2.1. Кластерные вычислительные системы, обобщённая схема и классификация. Особенности построения и классификации кластерных систем

Раздел полностью посвящён кластерным вычислительным системам. В разделе даётся обобщённая схема кластерной вычислительной системы, приводится классификация кластерных систем по множеству критериев. Рассматриваются конкретные примеры кластерных систем и элементы их структур.

#### 3. Программирование кластерных и распределённых вычислительных систем

3.1. Программирование кластерных и распределённых вычислительных систем

В разделе рассматриваются технологии параллельного программирования и подходы к созданию программ для кластерных и распределённых вычислительных систем.

#### 4. Сетевые технологии, используемые в кластерных и распределённых вычислительных системах

4.1. Сетевые технологии, используемые в кластерных и распределённых вычислительных системах

Локальные, корпоративные и глобальные сети – основные связующие компоненты кластерных и распределённых вычислительных систем. От выбора, настройки и правильности эксплуатации сети, во многом зависит эффективность использования самой вычислительной системы. Раздел посвящён рассмотрению сетевых технологий как исторических SCI и Myrinet так и современных Infiniband.

#### 5. Метакомпьютинг и сетевые вычислительные сервисы

5.1. Метакомпьютинг и сетевые вычислительные сервисы

Даётся определение понятия метакомпьютинга, приводятся требования к современным метакомпьютерам и требования к программам для них. В заключение приводится обзор современных сетевых вычислительных сервисов.

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

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Разработка программ в среде MPI. Организация эффективных передач (4 часа);
2. Разработка программ в среде MPI. Исследование передач (4 часа);



3. Разработка программ в среде OpenMP (4 часа).

### 3.5 Консультации

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение. Сосредоточенные и распределённые вычислительные системы, их виды и особенности"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Кластерные вычислительные системы, обобщённая схема и классификация. Особенности построения и классификации кластерных систем"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Программирование кластерных и распределённых вычислительных систем"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сетевые технологии, используемые в кластерных и распределённых вычислительных системах"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Метакомпьютинг и сетевые вычислительные сервисы"

### 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	5	
<b>Знать:</b>							
модели и средства параллельного программирования	ИД-2ПК-1			+			Лабораторная работа/Защита ЛР №№1-2 Лабораторная работа/Защита ЛР №3 Тестирование/Тест-2
основные структурные принципы построения многопроцессорных вычислительных систем	ИД-2ПК-1	+	+				Тестирование/Тест-1 Тестирование/Тест-2
как связаны между собой параметры вычислительной системы и решаемые ею задачи	ИД-3ПК-1			+			Лабораторная работа/Защита ЛР №№1-2 Лабораторная работа/Защита ЛР №3 Тестирование/Тест-2
основные топологии современных вычислительных систем	ИД-4РПК-1				+	+	Тестирование/Тест-3
<b>Уметь:</b>							
разрабатывать программы для систем с общей и распределенной памятью	ИД-2ПК-1			+			Лабораторная работа/Защита ЛР №№1-2 Лабораторная работа/Защита ЛР №3
оценивать влияние структур вычислительных систем на эффективность выполнения программ	ИД-3ПК-1		+	+			Лабораторная работа/Защита ЛР №№1-2 Лабораторная работа/Защита ЛР №3

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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита ЛР №3 (Лабораторная работа)
2. Защита ЛР №№1-2 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест-1 (Тестирование)
2. Тест-2 (Тестирование)
3. Тест-3 (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера = Structured computer organization : пер. с англ. / Э. Таненбаум, Г. Остин . – 6-е изд. – СПб. : Питер, 2018 . – 816 с. – (Классика computer science) . - ISBN 978-5-496-00337-7 .;
2. Кластеры на многоядерных процессорах : учебное пособие по курсам "Вычислительные системы" и "Высокопроизводительные вычислительные системы" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / И. И. Ладыгин, А. В. Логинов, А. В. Филатов, С. Г. Яньков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 112 с. - ISBN 978-5-383-00142-4 .;
3. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления : Учебное пособие для вузов по направлению 510200 - Прикладная математика и информатика / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин . – СПб. : БХВ-Петербург, 2004 . – 608 с. - ISBN 5-941571-60-7 .;
4. Филатов, А. В. Параллельное программирование вычислительных систем. Лабораторные работы № 1–4 : методическое пособие по курсу "Вычислительные системы" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. В. Филатов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 52 с.  
[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=6978;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=6978)
5. 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.](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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Visual Studio;
6. MPI.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
12. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
13. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
14. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
15. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
16. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
17. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
18. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	3-505, Лекционная аудитория каф. ВМСС	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	3-312, Учебная аудитория каф. ВМСС	стол преподавателя, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус

Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	3-505, Лекционная аудитория каф. ВМСС	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	3-601, Класс самостоятельных занятий каф. ВМСС	
Помещения для консультирования	3-503, Кабинет сотрудников каф. ВМСС	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	3-604, Склад	стол, стол компьютерный, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Распределенные вычисления

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Тест-1 (Тестирование)
- КМ-2 Тест-2 (Тестирование)
- КМ-3 Защита ЛР №№1-2 (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита ЛР №3 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Тест-3 (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	11	12	13
1	Введение. Сосредоточенные и распределённые вычислительные системы, их виды и особенности						
1.1	Введение. Сосредоточенные и распределённые вычислительные системы, их виды и особенности		+	+			
2	Кластерные вычислительные системы, обобщённая схема и классификация. Особенности построения и классификации кластерных систем						
2.1	Кластерные вычислительные системы, обобщённая схема и классификация. Особенности построения и классификации кластерных систем		+	+	+	+	
3	Программирование кластерных и распределённых вычислительных систем						
3.1	Программирование кластерных и распределённых вычислительных систем			+	+	+	
4	Сетевые технологии, используемые в кластерных и распределённых вычислительных системах						
4.1	Сетевые технологии, используемые в кластерных и распределённых вычислительных системах						+
5	Метакомпьютинг и сетевые вычислительные сервисы						
5.1	Метакомпьютинг и сетевые вычислительные сервисы						+
Вес КМ, %:			10	20	30	10	30