

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Информационные системы и технологии в энергетике и промышленности

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07.02.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 51,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шевченко И.В.
	Идентификатор	R0722806b-ShevchenkoIGV-73cb47f

И.В. Шевченко

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

В.О. Киндра

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н. Рогалев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов организации высокопроизводительных параллельных вычислений, особенностей используемых при распараллеливании программных средств, алгоритмов и вычислительных методов, овладение технологиями разработки вычислительных программ, предназначенных.

Задачи дисциплины

- формирование знаний о технологии распараллеливания вычислительных процессов;
- овладение базовыми вычислительными методами параллельных вычислений;
- приобретение навыков формирования параллельных вычислительных алгоритмов;
- приобретение навыков работы разработки вычислительных программ для высокопроизводительных параллельных вычислений;
- изучение программных пакетов для реализации параллельных вычислительных алгоритмов.

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-2 Способен применять информационные системы и технологии при проектировании и эксплуатации энергетических и технологических комплексов, их оборудования	ИД-1 _{ПК-2} Принимает участие в разработке математических моделей технических систем, осуществляет моделирование с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов	знать: - основные вычислительные методы и подходы параллельных вычислений. уметь: - разрабатывать и анализировать алгоритмы для программной реализации вычислительных методов, предусматривающих параллельные вычисления.
ПК-2 Способен применять информационные системы и технологии при проектировании и эксплуатации энергетических и технологических комплексов, их оборудования	ИД-2 _{ПК-2} Принимает участие в разработке математических моделей физических и механических процессов с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов	знать: - технологии разработки вычислительных программ для высокопроизводительных многопроцессорных систем. уметь: - использовать программные пакеты и библиотеки для разработки вычислительных программ, реализующих параллельные алгоритмы решения задач математической физики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационные системы и технологии в энергетике и промышленности (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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 в параллельные вычисления	26	8	8	-	9	-	-	-	-	-	9	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Введение в параллельные вычисления" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Введение в параллельные вычисления и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Введение в параллельные вычисления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение в параллельные вычисления"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 16-31</p>	
1.1	Основные концепции параллельных вычислений	9		3	-	3	-	-	-	-	-	-	3		-
1.2	Модели параллельных вычислений	9		3	-	3	-	-	-	-	-	-	3		-
1.3	Основы параллельного программирования	8		2	-	3	-	-	-	-	-	-	3		-
2	Алгоритмы и	15.0		3.0	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u>	

													Изучение материала по разделу "Практическое применение параллельных вычислений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Практическое применение параллельных вычислений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 3-52 [2], 3-52 [3], 16-46
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	108.0	28.0	-	28	-	-	-	-	0.3	34	17.7	
	Итого за семестр	108.0	28.0	-	28	-	-	-	-	0.3	51.7		

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 в параллельные вычисления

1.1. Основные концепции параллельных вычислений

Рассматриваются актуальность параллельных вычислений, их задачи и ключевые области применения в современных вычислительных задачах..

1.2. Модели параллельных вычислений

Представляются основные модели параллельных вычислений (PRAM, BSP), их применение и различия между логической и физической параллельностью..

1.3. Основы параллельного программирования

Даются основы работы с потоками, задачами, а также методы синхронизации в параллельных системах..

2. Алгоритмы и структуры данных для параллельных вычислений

2.1. Основы проектирования и разработки параллельных алгоритмов

Рассматриваются этапы проектирования параллельных алгоритмов и их основные характеристики..

2.2. Параллельные методы решения задач

Анализируются алгоритмы сортировки, суммирования и поиска, адаптированные для параллельного выполнения..

2.3. Параллельные структуры данных

Изучаются структуры данных (деревья, списки, очереди), их адаптация и использование в параллельных вычислениях..

2.4. Методы оценки производительности параллельных алгоритмов.

Обсуждаются методы измерения ускорения, эффективности и масштабируемости алгоритмов..

3. Технологии и инструменты параллельного программирования

3.1. Обзор инструментов и библиотек.

Рассматриваются основные технологии параллельного программирования, такие как OpenMP, MPI и CUDA, их возможности и ограничения..

3.2. Основы использования OpenMP.

Изучаются основные концепции и подходы к распараллеливанию программ с использованием OpenMP..

3.3. Разработка приложений с применением CUDA.

Описываются принципы разработки программ для графических процессоров с использованием CUDA..

3.4. Принципы распределенных вычислений с использованием MPI.

Рассматриваются основы взаимодействия процессов в распределенных вычислениях с использованием библиотеки MPI..

4. Практическое применение параллельных вычислений

4.1. Применение параллельных вычислений в науке и индустрии.

Анализ реальных кейсов использования параллельных вычислений в различных отраслях..

4.2. Проблемы и ограничения параллельного программирования.

Рассматриваются типичные проблемы, такие как дедлоки и гонки данных, а также способы их устранения..

4.3. Тенденции и перспективы развития параллельных вычислений

Анализируются современные направления и будущие перспективы развития технологий параллельных вычислений..

3.3. Темы практических занятий

1. Изучение архитектуры процессоров: Анализ и изучение параметров многоядерных процессоров, включая их спецификации и влияние на производительность;
2. Реализация программ с моделью PRAM: Создание программных решений с использованием модели PRAM для выполнения базовых параллельных вычислений;
3. Использование примитивов синхронизации: Реализация программ с применением мьютексов, семафоров и барьеров для синхронизации потоков;
4. Реализация параллельной сортировки: Программирование и тестирование параллельных сортировок, таких как Merge Sort и Quick Sort;
5. Работа с деревьями в параллельных вычислениях: Разработка операций поиска, вставки и удаления элементов в деревьях;
6. Оптимизация поиска минимума/максимума: Создание параллельных алгоритмов для нахождения экстремальных значений в массиве;
7. Анализ производительности параллельных решений: Выполнение измерений и сравнения теоретической и практической эффективности параллельных алгоритмов;
8. Сравнение технологий параллельного программирования: Проведение экспериментов для анализа производительности OpenMP, MPI и CUDA;
9. CUDA-программирование: Разработка и оптимизация приложений для графических процессоров для ускорения вычислений;
10. Работа с MPI: Создание распределенных программ, использующих обмен сообщениями между процессами;
11. Обработка больших данных: Решение задач на обработку больших данных с использованием параллельных методов;
12. Разработка алгоритмов машинного обучения: Реализация параллельных алгоритмов, таких как градиентный спуск, для работы с большими наборами данных;
13. Диагностика ошибок синхронизации: Выявление и устранение ошибок синхронизации в параллельных программах;
14. Итоговый проект: Разработка и оптимизация параллельного приложения, включающего теоретические и практические аспекты курса;
15. Распараллеливание с OpenMP: Реализация задач на распараллеливание циклов и других операций с использованием OpenMP;
16. Базовые программы многопоточности: Разработка и выполнение простых многопоточных программ для понимания основных принципов параллелизма..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в параллельные вычисления"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Алгоритмы и структуры данных для параллельных вычислений"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технологии и инструменты параллельного программирования"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Практическое применение параллельных вычислений"

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	
Знать:						
основные вычислительные методы и подходы параллельных вычислений	ИД-1ПК-2	+				Контрольная работа/КМ-1. Вычислительные методы для параллельных вычислений
технологии разработки вычислительных программ для высокопроизводительных многопроцессорных систем	ИД-2ПК-2			+		Контрольная работа/КМ-3. Программная реализация параллельных вычислений
Уметь:						
разрабатывать и анализировать алгоритмы для программной реализации вычислительных методов, предусматривающих параллельные вычисления	ИД-1ПК-2		+			Контрольная работа/КМ-2. Алгоритмы параллельных вычислений
использовать программные пакеты и библиотеки для разработки вычислительных программ, реализующих параллельные алгоритмы решения задач математической физики	ИД-2ПК-2		+		+	Контрольная работа/КМ-4. Параллельные вычисления в задачах математической физики

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: Письменная работа

1. КМ-1. Вычислительные методы для параллельных вычислений (Контрольная работа)
2. КМ-2. Алгоритмы параллельных вычислений (Контрольная работа)
3. КМ-3. Программная реализация параллельных вычислений (Контрольная работа)
4. КМ-4. Параллельные вычисления в задачах математической физики (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Итоговая оценка по курсу выставляется согласно Положению о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

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. А. С. Антонов- "Параллельное программирование с использованием технологии MPI: курс", Издательство: "Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)", Москва, 2008 - (71 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233577>;
2. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления: Научное издание : Учебное пособие для вузов по направлению 510200 - Прикладная математика и информатика / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 608 с. – ISBN 5-941571-60-7.;
3. Алексеев А. А.- "Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (331 с.)
<https://e.lanbook.com/book/100312>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Видеоконференции (Майнд, Сбёрджаз, ВК и др);
4. Windows Server / Серверная операционная система семейства Linux.

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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, инструменты для практических занятий
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, вешалка для одежды, тумба, мультимедийный проектор, указка лазерная, доска маркерная передвижная, колонки, кондиционер, инструменты для практических занятий
Помещения для хранения оборудования	Ш-107/2, Склад учебного	

и учебного инвентаря	инвентаря Ш-107/2	
----------------------	-------------------	--

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Параллельные и суперкомпьютерные вычисления

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1. Вычислительные методы для параллельных вычислений (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2. Алгоритмы параллельных вычислений (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3. Программная реализация параллельных вычислений (Контрольная работа)

КМ-4 КМ-4. Параллельные вычисления в задачах математической физики (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Введение в параллельные вычисления					
1.1	Основные концепции параллельных вычислений		+			
1.2	Модели параллельных вычислений		+			
1.3	Основы параллельного программирования		+			
2	Алгоритмы и структуры данных для параллельных вычислений					
2.1	Основы проектирования и разработки параллельных алгоритмов			+		+
2.2	Параллельные методы решения задач			+		+
2.3	Параллельные структуры данных			+		+
2.4	Методы оценки производительности параллельных алгоритмов.			+		+
3	Технологии и инструменты параллельного программирования					
3.1	Обзор инструментов и библиотек.				+	
3.2	Основы использования OpenMP.				+	
3.3	Разработка приложений с применением CUDA.				+	
3.4	Принципы распределенных вычислений с использованием MPI.				+	
4	Практическое применение параллельных вычислений					

4.1	Применение параллельных вычислений в науке и промышленности.				+
4.2	Проблемы и ограничения параллельного программирования.				+
4.3	Тенденции и перспективы развития параллельных вычислений				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25