

**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

**Оценочные материалы
по дисциплине
Параллельные и суперкомпьютерные вычисления**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шевченко И.В.
	Идентификатор	R0722806b-ShevchenkoIv-73cb476

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

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен применять информационные системы и технологии при проектировании и эксплуатации энергетических и технологических комплексов, их оборудования

ИД-1 Принимает участие в разработке математических моделей технических систем, осуществляет моделирование с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов

ИД-2 Принимает участие в разработке математических моделей физических и механических процессов с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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)

БРС 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.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Введение в параллельные вычисления					
Основные концепции параллельных вычислений		+			

Модели параллельных вычислений	+			
Основы параллельного программирования	+			
Алгоритмы и структуры данных для параллельных вычислений				
Основы проектирования и разработки параллельных алгоритмов		+		+
Параллельные методы решения задач		+		+
Параллельные структуры данных		+		+
Методы оценки производительности параллельных алгоритмов.		+		+
Технологии и инструменты параллельного программирования				
Обзор инструментов и библиотек.			+	
Основы использования OpenMP.			+	
Разработка приложений с применением CUDA.			+	
Принципы распределенных вычислений с использованием MPI.			+	
Практическое применение параллельных вычислений				
Применение параллельных вычислений в науке и промышленности.				+
Проблемы и ограничения параллельного программирования.				+
Тенденции и перспективы развития параллельных вычислений				+
Вес КМ:	25	25	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	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	КМ-1 КМ-1. Вычислительные методы для параллельных вычислений (Контрольная работа) КМ-2 КМ-2. Алгоритмы параллельных вычислений (Контрольная работа)
ПК-2	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	КМ-3 КМ-3. Программная реализация параллельных вычислений (Контрольная работа) КМ-4 КМ-4. Параллельные вычисления в задачах математической физики (Контрольная работа)

		параллельные алгоритмы решения задач математической физики	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1. Вычислительные методы для параллельных вычислений

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает три задания и выполняет их письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания с использованием ЭВМ.

Краткое содержание задания:

Вопрос 1.

Объясните основные принципы и этапы распараллеливания вычислений. Какие характеристики алгоритма влияют на его эффективность в параллельной среде?

Вопрос 2.

Расскажите о методах численного решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Какие из них подходят для параллельной реализации и почему?

Вопрос 3.

Дайте определение понятию "ускорение" в параллельных вычислениях. Как вычисляется ускорение, и какие факторы ограничивают его рост?

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные вычислительные методы и подходы параллельных вычислений	1. Расскажите о методах численного решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Какие из них подходят для параллельной реализации и почему? 2. Дайте определение понятию "ускорение" в параллельных вычислениях. Как вычисляется ускорение, и какие факторы ограничивают его рост? 3. Опишите различия между технологиями OpenMP, MPI и CUDA. В каких случаях целесообразно использовать каждую из них?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. КМ-2. Алгоритмы параллельных вычислений

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает одну задачу и выполняет ее письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания с использованием ЭВМ.

Краткое содержание задания:

Задание 1. Параллельная сортировка массивов методом слияния.

1. Реализуйте алгоритм сортировки методом слияния для массива целых чисел.
2. Распараллельте алгоритм с использованием технологии OpenMP.
3. Проверьте корректность алгоритма для массива из 10^6 элементов, заполненного случайными числами.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: разрабатывать и анализировать алгоритмы для программной реализации вычислительных методов, предусматривающих параллельные вычисления	1. Построение гистограммы значений. 1. Напишите программу для построения гистограммы распределения чисел в массиве. 2. Реализуйте параллельный алгоритм с использованием библиотеки pthreads. 3. Проверьте корректность программы на массиве из 107 элементов, значения которых лежат в диапазоне от 0 до 99. 2. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (FFT). 1. Реализуйте параллельную версию алгоритма FFT. 2. Используйте библиотеку CUDA для распараллеливания. 3. Проверьте алгоритм на массиве комплексных чисел длиной 220 3. Поиск кратчайших путей в графе (алгоритм Флойда-Уоршелла). 1. Напишите параллельную реализацию

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	алгоритма Флойда-Уоршелла для поиска кратчайших путей во взвешенном графе. 2. Используйте OpenMP для параллелизации вычислений. 3. Проверьте корректность алгоритма на графе с 500 вершинами, где веса рёбер заданы случайно.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. КМ-3. Программная реализация параллельных вычислений

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает три задания и выполняет их письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания с использованием ЭВМ.

Краткое содержание задания:

Вопрос 1.
Какие основные модели параллельных вычислений существуют? Опишите различия между моделью с общей памятью и моделью с распределённой памятью.

Вопрос 2.
Расскажите о понятии потоков в параллельном программировании. Какие библиотеки и инструменты используются для работы с потоками в языках программирования, таких как C++, Python или Java?

Вопрос 3.
Что такое "балансировка нагрузки" в параллельных вычислениях? Какие подходы используются для обеспечения равномерного распределения задач между потоками или процессами?

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: технологии разработки вычислительных программ для высокопроизводительных многопроцессорных систем	1. Какие основные модели параллельных вычислений существуют? Опишите различия между моделью с общей памятью и моделью с распределённой памятью. 2. Расскажите о понятии потоков в параллельном программировании. Какие библиотеки и инструменты используются для работы с потоками в языках программирования, таких как C++, Python или Java? 3. Что такое "балансировка нагрузки" в параллельных вычислениях? Какие подходы используются для обеспечения равномерного распределения задач между потоками или процессами?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. КМ-4. Параллельные вычисления в задачах математической физики

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает одну задачу и выполняет ее письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания с использованием ЭВМ.

Краткое содержание задания:

Задача 1. Решение уравнения Пуассона.

1. Реализуйте численный метод решения уравнения Пуассона в двумерной области с использованием метода конечных разностей.
2. Распараллельте вычисления с использованием технологии MPI.
3. Проверьте корректность решения для области $[0,1] \times [0,1]$ с граничным условием $u(x,y)=x^2+y^2$

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: использовать программные пакеты и библиотеки для разработки вычислительных программ, реализующих параллельные алгоритмы решения задач математической физики	1.Решение уравнения Пуассона. 1. Реализуйте численный метод решения уравнения Пуассона в двумерной области с использованием метода конечных разностей. 2. Распараллельте вычисления с использованием технологии MPI. 3. Проверьте корректность решения для области $[0,1] \times [0,1]$ с граничным условием $u(x,y)=x^2+y^2$ 2.Решение одномерного волнового уравнения. 1. Реализуйте явный численный метод для одномерного волнового уравнения. 2. Распараллельте алгоритм с использованием технологии OpenMP. 3. Смоделируйте волновой процесс на отрезке $[0,1]$ с начальным условием $u(x,0)=\sin(2\pi x)$ и нулевыми граничными условиями. 3.Решение задачи Навье-Стокса для двумерного течения. 1. Реализуйте численный метод решения уравнений Навье-Стокса в двумерной постановке с использованием метода расщепления по физическим процессам. 2. Распараллельте задачу с использованием технологии MPI. 3. Проверьте корректность алгоритма для

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	задачи Куэтта (течение между параллельными пластинами).

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Билет №1

Вопросы:

1. Что такое параллельные вычисления и в чем их основное отличие от последовательных вычислений?
2. Опишите основные архитектурные модели параллельных вычислений (SIMD, MIMD, SISD, MISD).

Процедура проведения

Устный зачет, проводимый согласно требованиям учебного управления.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Принимает участие в разработке математических моделей технических систем, осуществляет моделирование с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов

Вопросы, задания

1. Что такое параллельные вычисления и в чем их основное отличие от последовательных вычислений?
2. Опишите основные архитектурные модели параллельных вычислений (SIMD, MIMD, SISD, MISD).
3. Что такое законы Амдала и Густавасона? Как они используются для оценки эффективности параллельных систем?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое параллельные вычисления?

Ответы:

- a) Выполнение одной задачи на одном процессоре
- b) Последовательное выполнение нескольких задач
- c) Одновременное выполнение нескольких задач на разных процессорах
- d) Последовательная обработка данных

Верный ответ: c

2. Какая архитектура описывает систему, где несколько процессоров работают с одной и той же памятью?

Ответы:

- a) Shared Memory (разделяемая память)
- b) Distributed Memory (распределенная память)
- c) Cluster-based Memory (кластерная память)
- d) Hybrid Memory (гибридная память)

Верный ответ: a

3. Как называется модель программирования, основанная на передаче сообщений между процессами?

Ответы:

- a) OpenMP
- b) CUDA
- c) MPI (Message Passing Interface)
- d) Pthreads

Верный ответ: c

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-2} Принимает участие в разработке математических моделей физических и механических процессов с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов

Вопросы, задания

1. Какие основные типы параллелизма существуют? Приведите примеры
2. Какие технологии и библиотеки используются для реализации параллельных вычислений (например, MPI, OpenMP, CUDA)?
3. Что такое критическая секция? Как она влияет на производительность параллельной программы?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое утверждение описывает закон Амдала?

Ответы:

- a) Ускорение программы не ограничено числом процессоров
- b) Время выполнения программы всегда сокращается при добавлении процессоров
- c) Доля последовательных операций ограничивает максимальное ускорение программы
- d) Добавление процессоров всегда снижает эффективность

Верный ответ: c

2. Какая библиотека используется для параллельного программирования на графических процессорах (GPU)?

Ответы:

- a) OpenMP
- b) CUDA
- c) MPI
- d) OpenCL

Верный ответ: b

3. Что такое состояние гонки (race condition)?

Ответы:

- a) Процесс завершает выполнение раньше срока
- b) Некорректная работа программы из-за несинхронизированного доступа к данным
- c) Зависание программы в бесконечном цикле
- d) Перегрузка процессоров

Верный ответ: b

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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