

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 2025

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> | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|----|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| | приложений с применением CUDA. | | | | | | | | | | | | | | | | домашнего задания проводится по представленным письменным работам. |
| 3.4 | Принципы распределенных вычислений с использованием MPI. | 5 | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | 2 | - | | | | | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Технологии и инструменты параллельного программирования и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Технологии и инструменты параллельного программирования" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Технологии и инструменты параллельного программирования" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 60-103 |
| 4 | Практическое применение параллельных вычислений | 29 | 9 | - | 11 | - | - | - | - | - | 9 | - | | | | | <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Практическое применение параллельных вычислений" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. |
| 4.1 | Применение параллельных вычислений в науке и индустрии. | 10 | 3 | - | 4 | - | - | - | - | - | 3 | - | | | | | ИЗУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ПО РАЗДЕЛУ "ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ" МАТЕРИАЛУ. ДОПОЛНИТЕЛЬНО СТУДЕНТУ НЕОБХОДИМО ИЗУЧИТЬ ЛИТЕРАТУРУ И РАЗОБРАТЬ ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДОБНЫХ ЗАДАНИЙ. ПРОВЕРКА ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ ПРОВОДИТСЯ ПО ПРЕДСТАВЛЕННЫМ ПИСЬМЕННЫМ РАБОТАМ. |
| 4.2 | Проблемы и ограничения параллельного программирования. | 10 | 3 | - | 4 | - | - | - | - | - | 3 | - | | | | | ИЗУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ПО РАЗДЕЛУ "ПРОБЛЕМЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ". ДОПОЛНИТЕЛЬНО СТУДЕНТУ НЕОБХОДИМО ИЗУЧИТЬ ЛИТЕРАТУРУ И РАЗОБРАТЬ ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДОБНЫХ ЗАДАНИЙ. ПРОВЕРКА ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ ПРОВОДИТСЯ ПО ПРЕДСТАВЛЕННЫМ ПИСЬМЕННЫМ РАБОТАМ. |
| 4.3 | Тенденции и перспективы развития параллельных вычислений | 9 | 3 | - | 3 | - | - | - | - | - | 3 | - | | | | | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Практическое применение параллельных вычислений и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</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. Базовые программы многопоточности: Разработка и выполнение простых многопоточных программ для понимания основных принципов параллелизма.;
2. Изучение архитектуры процессоров: Анализ и изучение параметров многоядерных процессоров, включая их спецификации и влияние на производительность;
3. Реализация программ с моделью PRAM: Создание программных решений с использованием модели PRAM для выполнения базовых параллельных вычислений;
4. Использование примитивов синхронизации: Реализация программ с применением мьютексов, семафоров и барьеров для синхронизации потоков;
5. Реализация параллельной сортировки: Программирование и тестирование параллельных сортировок, таких как Merge Sort и Quick Sort;
6. Работа с деревьями в параллельных вычислениях: Разработка операций поиска, вставки и удаления элементов в деревьях;
7. Оптимизация поиска минимума/максимума: Создание параллельных алгоритмов для нахождения экстремальных значений в массиве;
8. Анализ производительности параллельных решений: Выполнение измерений и сравнения теоретической и практической эффективности параллельных алгоритмов;
9. Распараллеливание с OpenMP: Реализация задач на распараллеливание циклов и других операций с использованием OpenMP;
10. CUDA-программирование: Разработка и оптимизация приложений для графических процессоров для ускорения вычислений;
11. Работа с MPI: Создание распределенных программ, использующих обмен сообщениями между процессами;
12. Сравнение технологий параллельного программирования: Проведение экспериментов для анализа производительности OpenMP, MPI и CUDA;
13. Обработка больших данных: Решение задач на обработку больших данных с использованием параллельных методов;
14. Разработка алгоритмов машинного обучения: Реализация параллельных алгоритмов, таких как градиентный спуск, для работы с большими наборами данных;
15. Диагностика ошибок синхронизации: Выявление и устранение ошибок синхронизации в параллельных программах;
16. Итоговый проект: Разработка и оптимизация параллельного приложения, включающего теоретические и практические аспекты курса.

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, Сберджаз, 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 |