Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

**ФОНД**

**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

текущего, рубежного и промежуточного контроля успеваемости

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Параллельные вычислительные и программные модели для многопроцессорных вычислительных систем**

**1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**1.1 Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) *–* является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Параллельные вычислительные и программные модели для многопроцессорных вычислительных систем» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

**1.2 Цели и задачи фонда оценочных средств**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ОС НИЯУ МИФИ.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Параллельные вычислительные и программные модели для многопроцессорных вычислительных систем» решаются следующие задачи:

– контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;

– контроль и оценка степени освоения общекультурных, общепрофессиональных ипрофессиональных компетенций предусмотренных в рамках данного курса;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

**1.3 Контролируемые компетенции**

ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» и рабочая программа дисциплины «Параллельные вычислительные и программные модели для многопроцессорных вычислительных систем» магистерской программы «Методы нелинейной динамики и математическое моделирование» предусмотрено формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

|  |  |
| --- | --- |
| **Код компетенций** | **Компетенция** |
| ПК-6 | способен к проектированию и разработке наукоемкого программного обеспечения на основе технического задания |
| ПК-9 | способен использовать современные информационные технологии в образовательной деятельности |
| ПК-10 | способен осуществлять подготовку и переподготовку кадров в области прикладной математики и информационных технологий |
| ПК-2 | способен к разработке и внедрению наукоемкого программного обеспечения, способствующего решению передовых задач науки и техники на основе современных математических методов и алгоритмов |
| ПК-4.2 | способен использовать современные технологии параллельного программирования для реализации вычислительных алгоритмов на системах различной архитектуры |
| ПК-4.3 | способен проводить суперкомпьютерные вычисления в современных программных комплексах |

**1.4 Планируемые результаты обучения**

Поскольку перечисленные компетенции носят интегральный характер, для разработки оценочных средств целесообразно выделить планируемые результаты обучения – знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы. Таким образом, в результате освоения дисциплины «Параллельные вычислительные и программные модели для многопроцессорных вычислительных систем» студенты должны:

*Знать:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код** | **Результаты обучения** | **Показатели оценки результатов** |
| З1 | Основные подходы к решению задач параллельного программирования | - Алгоритм процесса решения задач параллельного программирования - Примеры пакетных решений.  - Свободное программное обеспечение (СПО) для задач параллельного программирования |
| З2 | Принципы работы в OpenMP | - Основные команды.  - Системное окружение OpenMP.  - Файловая структура пакета.  - Формат хранения данных. |
| З3 | Принципы работы в MPI | - обзор возможностей MPI  - Передача и прием сообщений между отдельными процессами  - Передача и прием сообщений с блокировкой  - Передача и прием сообщений без блокировки  - Отложенные запросы на взаимодействие. |
| З4 | Параллельные алгоритмы | - Параллельные алгоритмы решения систем линейных алгебраических уравнений методами простой итерации и Гаусса-Зейделя  - Оценка эффективности различных способов реализации данных алгоритмов |

*Уметь:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код** | **Результаты обучения** | **Показатели оценки результатов** |
| У1 | Использовать OpenMP | - Основные команды.  - Системное окружение OpenMP.  - Файловая структура пакета.  - Формат хранения данных. |
| У2 | Проводить параллельные вычисления в OpenMP, MPI | - обзор возможностей MPI  - Передача и прием сообщений между отдельными процессами  - Передача и прием сообщений с блокировкой  - Передача и прием сообщений без блокировки  - Отложенные запросы на взаимодействие. |
| У3 | Оценивать эффективность различных алгоритмов | - Параллельные алгоритмы решения систем линейных алгебраических уравнений методами простой итерации и Гаусса-Зейделя  - Оценка эффективности различных способов реализации данных алгоритмов |

*Владеть:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код** | **Результаты обучения** | **Показатели оценки результатов** |
| В1 | Навыками эффективного использованию инструментария OpenMP и MPI | - Проведение вычислений в OpenMP и MPI  - Оценка эффективности применяемых алгоритмов  - Анализа результатов |

**1.5 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Параллельные вычислительные и программные модели для многопроцессорных вычислительных систем» является:

1 семестр – зачет.

**1.6 Перечень оценочных средств**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код**  **задания** | **Наименование оценочного средства** | **Краткая характеристика оценочного средства** | **Представление оценочного средства в фонде** |
| Зд1  Зд2  Зд3  Зд4 | Задание №1  Задание №2  Задание №3  Задание №4 | Задачи, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины | Темы групповых и/или индивидуальных заданий |

**1.7 Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения**

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код** | **Проектируемые результаты освоения дисциплины**  **и индикаторы формирования компетенций** | | | **Средства и технологии оценки** |
| **Знать (З)** | **Уметь (У)** | **Владеть (В)** |
| ПК-6 | З1, З2, З3, З4 | У1, У2, У3 | В1 | Зд4, Зд8, Зд311, Зд315, З |
| ПК-9 |
| ПК-10 |
| ПК-2 |
| ПК-4.2 |
| ПК-4.3 |

**1.8 Этапы формирования компетенций**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел** | **Темы занятий** | **Коды**  **компетенций** | **Знания, умения и навыки** | **Виды аттестации** | | |
| **Текущий контроль –**  **неделя** | **Рубежный контроль – неделя** | **Промежуточная**  **аттестация** |
| Раздел 1 | Тема 1. Вводное занятие |  | З1-З4, У1-У3, В1 | ДЗ4, 8, 11, 15 | КИ-8 | зачет |
| Тема 2. Технологии параллельного программирования |  |
| Тема 3. MPI. Попарные межпроцессорные обмены |  |
| Тема 4. MPI. Коллективные взаимодействия процессов |  |
| Тема 5. OpenMP |  |
| Раздел 2 | Тема 6. Параллельные алгоритмы |  | КИ-16 |

**1.9 Шкала оценки образовательных достижений**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код** | **Вид оценочного**  **средства** | **Критерии** | **Балл** | **Макс. балл– мин. балл** |
| Зд1;  Зд4 | Задание №1   Задание №4 | - реализованная, по предложенному алгоритму, программа работает корректно  - студент легко ориентируется в коде программы, способен объяснить все ее компоненты и способен модифицировать программу по требованию преподавателя,  -  отвечает на все теоретические вопросы, связанные с использованными численными походами  - демонстрирует навыки построения численного алгоритма для решения предложенной задачи  - подготовленный отчет оформлен аккуратно и содержит всю требуемую информацию. | 7-10 | **15-10** |
| - реализованная, по предложенному алгоритму, программа работает корректно,  -  отвечает на все теоретические вопросы, связанные с использованными численными походами,  - демонстрирует навыки построения численного алгоритма для решения предложенной задачи,  - подготовленный отчет содержит некоторые неточности. | 3-5 |
| - реализованная, по предложенному алгоритму, программа работает не корректно или студент не способен объяснить ее компоненты  *или*  - студент не отвечает на вопросы связанные с использованным численным алгоритмом  *или*  - приведенные в отчете данные не совпадают с результатами работы программы | н/з |
| Зд2   Зд3 | Задание №2   Задание №3 | - реализованная, по предложенному алгоритму, программа работает корректно  - студент легко ориентируется в коде программы, способен объяснить все ее компоненты и способен модифицировать программу по требованию преподавателя,  -  отвечает на все теоретические вопросы, связанные с использованными численными походами  - демонстрирует навыки построения численного алгоритма для решения предложенной задачи  - подготовленный отчет оформлен аккуратно и содержит всю требуемую информацию. | 10-8 | **10 – 5** |
| - реализованная, по предложенному алгоритму, программа работает корректно,  -  отвечает на все теоретические вопросы, связанные с использованными численными походами,  - демонстрирует навыки построения численного алгоритма для решения предложенной задачи,  - подготовленный отчет содержит некоторые неточности. | 7-5 |
| - реализованная, по предложенному алгоритму, программа работает не корректно или студент не способен объяснить ее компоненты  *или*  - студент не отвечает на вопросы связанные с использованным численным алгоритмом  *или*  - приведенные в отчете данные не совпадают с результатами работы программы | н/з |
| З | Зачет | При полностью правильном ответе на основной вопрос зачета и на все дополнительные вопросы. Помимо этого студент должен продемонстрировать углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной | 44-50 | **50-30** |
| При правильном ответе на вопрос зачета и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине. | 30-44 |
| При неправильном ответе на поставленный вопроси не способности ответить на компетентностно- ориентированные вопросы | н/з |

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля, и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка по 5-балльнойшкале | Сумма баллов за разделы | Оценка ECTS |
| 5 – *«отлично»* | 90-100 | А |
| 4 – «*хорошо*» | 85-89 | В |
| 75-84 | С |
| 70-74 | D |
| 3 – «*удовлетворительно*» | 65-69 |
| 60-64 | Е |
| 2 – «*неудовлетворительно*» | Ниже 60 | F |

В данном случае, расшифровка уровня знаний соответствующего полученным баллам дается в таблице указанной ниже

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS** | **Сумма баллов за разделы** | **Требования к знаниям на устном зачёте** |
| *«отлично»*  *–*  *А* | 90 ÷ 100 | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| *«хорошо»*  *–*  *D, C, B* | 70 ÷ 89 | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. |
| *«удовлетворительно»*  *–*  *E, D* | 60 ÷ 69 | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. |
| *«неудовлетворительно»*  *–*  *F* | менее 60 | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

**2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ**

В рамках дисциплины «Параллельные вычислительные и программные модели для многопроцессорных вычислительных систем» предусмотрено проведение рубежного контроля успеваемости студентов на 8 и 16 неделе.

В качестве оценочного средства при проведении рубежного контроля на 8 неделе используется, так называемый, Контроль по итогам (КИ), минимальная положительная оценка за который подразумевает усвоение студентом необходимого минимума материала, относящегося к Разделу 1 дисциплины. Баллы, за проводящийся на 8 неделе контроль по итогам, выставляются в соответствии со следующей таблицей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Код оценочного средства – неделя | Вид контроля | Неделя контроля | Минимальный балл | Максимальный бал |
| Зд1 | Задание № 1 | 8 | 10 | 15 |
| Зд2 | Задание № 2 | 4 | 10 | 10 |
| **КИ** | **Контроль по Итогам** | **8** | **15** | **25** |

Рубежный контроль на 16 неделе проводится аналогично рубежному контролю на 8 неделе и оценивает уровень знаний полученных студентом в Разделе 2 дисциплины и выставляется в соответствии с таблицей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Код оценочного средства – неделя | Вид контроля | Неделя контроля | Минимальный балл | Максимальный бал |
| Зд3 | Задание № 3 | 11 | 5 | 10 |
| Зд4 | Задание № 4 | 15 | 10 | 15 |
| **КИ** | **Контроль по Итогам** | **16** | **15** | **25** |

**2.ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

**для оценки знаний (3), умений (У) и навыков (В)**

**2.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Ниже приведен перечень оценочных средств используемых при проведении текущего контроля успеваемости студентов.

**2.1.1 ЗАДАНИЕ №1 (Зд1)**

**Прогрев Alltoallv**

Параллельная реализация последовательного алгоритма решения двумерного уравнения теплопроводности методом Якоби с использованием функции MPI\_Send и MPI\_Recv (то же с использованием MPI\_Alltoallv); Запуск задачи на различных пространственных сетках и различном числе процессоров; Оценка параллельной эффективности, масштабируемости.

**2.1.2 ЗАДАНИЕ №2 (Зд2)**

**Прогрев OpenMP**

Параллельная реализация последовательного алгоритма решения двумерного уравнения теплопроводности методом Якоби с использованием библиотеки OpenMP Запуск задачи на различных пространственных сетках c различным числом потоков; Оценка параллельной эффективности, масштабируемости.

**2.1.3 ЗАДАНИЕ №3 (Зд3)**

**Прогрев MPI+OpenMP**

Гибридная параллельная реализация последовательного алгоритма решения двумерного уравнения теплопроводности методом Якоби с использованием библиотек MPI+OpenMP Запуск задачи на различных пространственных сетках c различным числом потоков; Оценка параллельной эффективности, масштабируемости.

**2.1.4 ЗАДАНИЕ №4 (Зд4)**

**Прогонка**

Параллельная реализация алгоритма решения двумерного уравнения теплопроводности методом продольно поперечной прогонки

**2.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**2.3.1 ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Цели и задачи введения параллельной обработки данных.

2. Основные способы достижения параллелизма.

3. Классификация параллельных вычислительных систем по типу строения памяти.

4. Классификация Флинна.

5. Способы оценки производительности многопроцессорных систем.

6. Пиковая и реальная производительность.

7. Понятия ускорения и эффективности параллельного алгоритма.

8. Достижимость линейных и сверхлинейных значений ускорения и эффективности.

9. Закон Амдаля.

10. Масштабируемые алгоритмы.

11. Статическая и динамическая балансировка загрузки процессоров.

12. Стандарт MPI: определение, назначение, минимальный набор функций.

13. Стандарт MPI: парные и коллективные операции передачи данных.

14. Стандарт MPI: барьерная синхронизация.

15. Параллельный алгоритм решения краевой задачи для двумерного уравнения теплопроводности. (MPI, парные обмены)

16. Стандарт OpenMP: определение, назначение, директивы.