

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

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое моделирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Алгоритмы и методы распределенных систем**

**Москва
2021**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Титов Д.А.
	Идентификатор	R763ccf62-TitovDA-2cd5793c

(подпись)

Д.А. Титов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

(подпись)

М.Ф.
Черепова

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

(подпись)

П.В. Зубков

(расшифровка
подписи)

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. ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

ИД-2 Выбирает и модифицирует алгоритмы и программные решения в области математического моделирования

2. ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ИД-1 Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ИД-2 Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Прямые методы решения СЛАУ (Лабораторная работа)

2. Разработка параллельной программы решения задачи в сложной области (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Параллельные методы поиска и сортировки (Контрольная работа)

2. Принципы построения распределенных вычислительных систем (Контрольная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Основные понятия и принципы параллельной обработки данных и распределенных систем					
Основные понятия и принципы параллельной обработки данных и распределенных систем	+				
Вычислительные методы для решения СЛАУ на распределенных системах					
Вычислительные методы для решения СЛАУ на распределенных системах			+		

Вычислительные методы для решения задач математической физики на распределенных системах				
Вычислительные методы для решения задач математической физики на распределенных системах			+	
Вычислительные методы для решения задач поиска и сортировки на распределенных системах				
Вычислительные методы для решения задач поиска и сортировки на распределенных системах				+
Вес КМ:	20	20	40	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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
ОПК-2	ИД-2 _{ОПК-2} Выбирает и модифицирует алгоритмы и программные решения в области математического моделирования	Знать: особенности создания и отладки приложений для распределенных систем Уметь: выбирать и модифицировать численные методы для решения вычислительных задач на распределенных системах	Принципы построения распределенных вычислительных систем (Контрольная работа) Параллельные методы поиска и сортировки (Контрольная работа)
ОПК-4	ИД-1 _{ОПК-4} Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	Знать: терминологию и основные принципы параллельных и векторных вычислений Уметь: разрабатывать программы для распределенных систем, реализующие вычислительные методы	Принципы построения распределенных вычислительных систем (Контрольная работа) Прямые методы решения СЛАУ (Лабораторная работа)
ОПК-4	ИД-2 _{ОПК-4} Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач	Знать: принципы построения распределенных вычислительных систем Уметь:	Прямые методы решения СЛАУ (Лабораторная работа) Разработка параллельной программы решения задачи в сложной области (Лабораторная работа)

		использовать программные средства и библиотеки для разработки программ для распределенных систем	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Принципы построения распределенных вычислительных систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по вариантам на практическом занятии. В задание входит 2 вопроса. Время на проведение 45 минут.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку знаний терминологии и основных принципов параллельных и векторных вычислений и умения выбирать и модифицировать численные методы для решения вычислительных задач на распределенных системах

Контрольные вопросы/задания:

Знать: терминологию и основные принципы параллельных и векторных вычислений	<ol style="list-style-type: none">1. В чем заключается основная идея распараллеливания в терминах задачи и подзадач2. Что такое балансировка нагрузки и какие есть виды балансировки3. Охарактеризовать коллективный параллелизм, привести примеры4. Охарактеризовать конвейерный параллелизм, привести примеры5. Охарактеризовать геометрический параллелизм, привести примеры6. Что такое зернистость параллелизма, привести примеры7. Записать формальную модель ускорения8. Дать характеристику вычислительных машин класса МКМД, привести примеры реализации9. Сравнить вычислительные машины с общей и разделяемой памятью, указать достоинства и недостатки
Уметь: выбирать и модифицировать численные методы для решения вычислительных задач на распределенных системах	<ol style="list-style-type: none">1. Записать алгоритм сдваивания для вычисления произведения векторов длины N, оценить ускорение на p процессорах2. Проверить, является ли согласованным алгоритм рекурсивного удвоения3. Записать алгоритм рекурсивного удвоения для вычисления линейной рекурсии второго порядка4. Модифицировать алгоритм интегрирования с автоматическим выбором шага с учетом динамической балансировки нагрузки для вычислений на 3 процессорах5. Используя метод анализа потоков данных построить параллельный алгоритм вычисления значения функции $f(x, y) = 4xy^3 + 3x^2y^2 - 2x^3y^2$

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

КМ-2. Прямые методы решения СЛАУ

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется индивидуальная защита выполненной лабораторной работы. В рамках защиты оценивается выполнение работы, полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Время защиты составляет не более 20 минут на одного студента. На защиту представляется отчет по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе выполняется на компьютере в машинописной форме и должен содержать следующие материалы: постановка задачи, необходимый теоретический материал, решение поставленной задачи, анализ полученных результатов, графический материал, тексты программ. Минимальный объем отчета по лабораторной работе составляет 10 страниц.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа ориентирована на проверку знания принципов построения распределенных вычислительных систем и умения разрабатывать программы для распределенных систем, реализующие вычислительные методы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы построения распределенных вычислительных систем	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какое влияние оказывает на ускорение время подготовки данных 2. Какие принципы совместного доступа к данным применяются в вычислительных машинах с общей памятью 3. Описать влияние кэш-памяти на производительность программы, обрабатывающей вектора 4. Каким образом в параллельной программе должна учитываться топология сети передачи данных распределенной вычислительной системы
Уметь: разрабатывать программы для распределенных систем, реализующие вычислительные методы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Записать ijk-алгоритм умножения матриц 2. Записать kij-алгоритм умножения матриц 3. Для векторной реализации jki-алгоритма Гаусса решения СЛАУ определить среднюю длину векторов, предпочтительный способ хранения матриц и

	<p>выделить основную векторную операцию</p> <p>4. Записать алгоритм Гаусса со строчной схемой распределения данных для решения СЛАУ, оценить время вычислений и пересылок на каждом шаге, оценить ускорение в случае использования пересылок один-всем</p>
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

КМ-3. Разработка параллельной программы решения задачи в сложной области

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполняется индивидуальная защита выполненной лабораторной работы. В рамках защиты оценивается выполнение работы, полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Время защиты составляет не более 20 минут на одного студента. На защиту представляется отчет по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе выполняется на компьютере в машинописной форме и должен содержать следующие материалы: постановка задачи, необходимый теоретический материал, решение поставленной задачи, анализ полученных результатов, графический материал, тексты программ. Минимальный объем отчета по лабораторной работе составляет 10 страниц.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа ориентирована на проверку умения использовать программные средства и библиотеки для разработки программ для распределенных систем

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: использовать программные средства и библиотеки для разработки программ для распределенных систем</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Записать фрагмент программы реализующей рассылку один ко многим с использованием библиотеки MPI в методе Зейделя для решения СЛАУ с заполненной матрицей 2. Проиллюстрировать использование синхронизации в библиотеке MPI на примере реализации проверки критерия окончания итераций в МПИ 3. Привести схему пересылки граничных условий в методе Шварца и вариант её реализации с использованием библиотеки MPI
--	--

	4.Реализовать с использованием библиотеки MPI опережающую рассылку данных на примере итерации метода релаксации для решения задачи Дирихле в прямоугольной области с разбиением на вертикальные полосы
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

КМ-4. Параллельные методы поиска и сортировки

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по вариантам на практическом занятии. В задание входит 2 вопроса. Время на проведение 45 минут.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку знаний особенностей создания и отладки приложений для распределенных систем

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: особенности создания и отладки приложений для распределенных систем</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Какие особенности архитектуры распределенных систем влияют на производительность быстрой сортировки 2.Представит реализацию параллельного метода пузырька в форме сети сортировки (на примере 8 элементов) 3.Как измерить время выполнения параллельной многопоточной программы 4.Как оценить ускорение для параллельной программы с использованием MPI по сравнению с реализацией лучшего последовательного алгоритм
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

- 1) Что такое балансировка нагрузки и какие есть виды балансировки
- 2) Какие особенности архитектуры распределенных систем влияют на производительность быстрой сортировки
- 3) Записать фрагмент программы реализующей рассылку один ко многим с использованием библиотеки MPI в методе Зейделя для решения СЛАУ с заполненной матрицей

Процедура проведения

Экзамен проводится в письменно-устной форме. На подготовку ответа студенту дается 60 минут. Кроме ответа на вопросы билета студент должен ответить на дополнительные вопросы.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-2} Выбирает и модифицирует алгоритмы и программные решения в области математического моделирования

Вопросы, задания

1. В чем заключается основная идея распараллеливания в терминах задачи и подзадач
2. Что такое балансировка нагрузки и какие есть виды балансировки
3. Охарактеризовать коллективный параллелизм, привести примеры
4. Охарактеризовать конвейерный параллелизм, привести примеры
5. Охарактеризовать геометрический параллелизм, привести примеры
6. Что такое зернистость параллелизма, привести примеры
7. Записать формальную модель ускорения
8. Записать алгоритм сдваивания для вычисления произведения векторов длины N , оценить ускорение на p процессорах
9. Проверить, является ли согласованным алгоритм рекурсивного удвоения
10. Записать алгоритм рекурсивного удвоения для вычисления линейной рекурсии второго порядка
11. Модифицировать алгоритм интегрирования с автоматическим выбором шага с учетом динамической балансировки нагрузки для вычислений на 3 процессорах
12. Используя метод анализа потоков данных построить параллельный алгоритм вычисления значения функции $f(x, y) = 4xy^3 + 3x^2y^2 - 2x^3y^2$
13. Записать ijk-алгоритм умножения матриц
14. Записать kij-алгоритм умножения матриц
15. Для векторной реализации jki-алгоритма Гаусса решения СЛАУ определить среднюю длину векторов, предпочтительный способ хранения матриц и выделить основную векторную операцию

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В каких из приведенных алгоритмов умножения матриц базовой векторной операцией является триада

Ответы:

- 1) линейных комбинаций, скалярных произведений
- 2) внешних произведений, векторных произведений
- 3) линейных комбинаций, внешних произведений
- 4) скалярных произведений, внешних произведений

Верный ответ: 3

2. Верно ли утверждение, что несогласованный алгоритм нельзя использовать

Ответы:

- 1) да
- 2) нет

Верный ответ: 2

3. Ускорение параллельного алгоритма на p -процессорах находится в пределах:

Ответы:

- 1) от 0 до 2
- 2) от 0 до 1
- 3) от 0 до p
- 4) от $-p$ до p
- 5) от p до бесконечности

Верный ответ: 3

4. Распараллеливание вычисления функции относится к:

Ответы:

- 1) мелкозернистому параллелизму
- 2) крупнозернистому параллелизму

Верный ответ: 1

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-4} Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Дать характеристику вычислительных машин класса МКМД, привести примеры реализации
2. Сравнить вычислительные машины с общей и разделяемой памятью, указать достоинства и недостатки
3. Какое влияние оказывает на ускорение время подготовки данных
4. Какие принципы совместного доступа к данным применяются в вычислительных машинах с общей памятью
5. Каким образом в параллельной программе должна учитываться топология сети передачи данных распределенной вычислительной системы
6. Какие особенности архитектуры распределенных систем влияют на производительность быстрой сортировки
7. Представит реализацию параллельного метода пузырька в форме сети сортировки (на примере 8 элементов)

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Формальная модель ускорения позволяет

Ответы:

- 1) Определить объем пересылок
- 2) Оценить ускорение параллельного алгоритма
- 3) Оценить время выполнения параллельной программы

Верный ответ: 2

2. Для реализации синхронных итераций метода релаксации с использованием библиотеки MPI нельзя использовать

Ответы:

- 1) Функцию MPI_Barrier
- 2) Асинхронные пересылки
- 3) Синхронные пересылки

Верный ответ: 2

3. Какой из перечисленных терминов не является характеристикой параллельного алгоритма

Ответы:

- 1) Ускорение
- 2) Эффективность
- 3) Кроссплатформенность
- 4) Согласованность

Верный ответ: 3

3. Компетенция/Индикатор: ИД-2опк-4 Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач

Вопросы, задания

1. Описать влияние кэш-памяти на производительность программы, обрабатывающей вектора
2. Записать алгоритм Гаусса со строчной схемой распределения данных для решения СЛАУ, оценить время вычислений и пересылок на каждом шаге, оценить ускорение в случае использования пересылок один-всем
3. Записать фрагмент программы реализующей рассылку один ко многим с использованием библиотеки MPI в методе Зейделя для решения СЛАУ с заполненной матрицей
4. Проиллюстрировать использование синхронизации в библиотеке MPI на примере реализации проверки критерия окончания итераций в МПИ
5. Привести схему пересылки граничных условий в методе Шварца и вариант её реализации с использованием библиотеки MPI
6. Реализовать с использованием библиотеки MPI опережающую рассылку данных на примере итерации метода релаксации для решения задачи Дирихле в прямоугольной области с разбиением на вертикальные полосы
7. Как измерить время выполнения параллельной многопоточной программы
8. Как оценить ускорение для параллельной программы с использованием MPI по сравнению с реализацией лучшего последовательного алгоритма

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Опережающие вычисления в методе Гаусса используются для

Ответы:

- 1) ускорения вычислений на каждом шаге
- 2) сокращения простоев
- 3) сокращения пересылок
- 4) балансировки нагрузки

Верный ответ: 2

2. Параллельная многопоточная программа для системы с общей памятью может использовать для синхронизации:

Ответы:

- 1) Мьютексы, критические разделы, события
- 2) Синхронные пересылки
- 3) Асинхронные пересылки
- 4) Барьеры

Верный ответ: 1

3. Для реализации опережающих рассылок необходимы следующие особенности вычислительной системы:

Ответы:

- 1) Возможность пересылки данных между любой парой узлов
- 2) Возможность одновременно выполнять вычисления и пересылки
- 3) Возможность одновременно выполнять пересылки между несколькими узлами

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих