

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Введение в параллельные алгоритмы Б3.В.6

Направление подготовки: 010400.62 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Численные методы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Кадыров Р.Ф.

**Рецензент(ы):**

Тимербаев М.Р.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Задворнов О. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 9158614

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, к.н. Кадыров Р.Ф. кафедра вычислительной математики отделение прикладной математики и информатики, [Rafael.Kadyrov@kpfu.ru](mailto:Rafael.Kadyrov@kpfu.ru)

### 1. Цели освоения дисциплины

В рамках курса "Введение параллельные алгоритмы" предлагается изучение аппаратной и программной частей многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем, их классификация. Изучение общих подходов к построению параллельных алгоритмов и программных комплексов.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.В.6 Профессиональный" основной образовательной программы 010400.62 Прикладная математика и информатика и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Данная дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам.

Читается на 4 курсе в 7 семестре для студентов обучающихся по направлению "Прикладная математика и информатика".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций

В результате освоения дисциплины студент:

#### 1. должен знать:

принципы построения и функционирования аппаратно-программных комплексов, предназначенных для проведения параллельных вычислений; различия основных архитектур многопроцессорных вычислительных систем; анализ производительности параллельных алгоритмов на различных классах архитектур; паттерны проектирования параллельных алгоритмов и программных систем

#### 2. должен уметь:

ориентироваться в аппаратном и программном обеспечении параллельных систем; знать основные концепции проектирования программных комплексов, предназначенных для работы на различных типах многопроцессорных вычислительных систем

#### 3. должен владеть:

теоретическими знаниями о построении и программировании параллельных систем; знаниями основных паттернов проектирования параллельных программных систем

4. должен демонстрировать способность и готовность:

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. "Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы" классификация Флинна, однопроцессорные системы, системы с векторными процессорами, мультипроцессорные системы с памятью общего использования, UMA SMP, когерентность кешей, UMA с кооперируемой сетью межсоединений, NUMA, COMA	7		0	0	2	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. "Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы" Многомашинные системы с передачей сообщений, массивно-параллельные системы, кластеры и сети рабочих станций, ПО для управления многомашинными системами. PVM, MPI, Linda, Orca.	7		0	0	2	
3.	Тема 3. Кеш-память. Мотивация. Реализация кеш-памяти в рамках одного процессора. Реализация согласованной кеш-памяти в многопроцессорных системах. Алгоритм обеспечения согласованности MESI. Слабая согласованность, барьеры памяти.	7		0	0	4	домашнее задание устный опрос
4.	Тема 4. Синхронизация многопоточных программ. Ситуация гонки, критическая секция. Примитивы синхронизации многопоточных приложений. Семафор, мьютекс, барьер. Системная реализация мьютекса. Системная реализация барьера на основе мьютекса.	7		0	0	6	домашнее задание устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Атомарные операции. Синхронизация без блокировок. CAS-программирование. Реализация мьютекса на уровне пользовательского приложения. Реализация барьера на уровне пользователя. Фьютекс.	7		0	0	6	контрольная работа домашнее задание
6.	Тема 6. Потокобезопасные стек и очередь. Реализация с помощью мьютекса, CAS-реализация.	7		0	0	6	домашнее задание коллоквиум
7.	Тема 7. Паттерны параллельного программирования. Map/reduce/gather/scan. Планирование нагрузки, распределение данных между процессами.	7		0	0	6	контрольная работа устный опрос
8.	Тема 8. Высокоуровневые паттерны проектирования. Pipeline (конвейер), Master and Slave (хозяин и подчинённый), Divide and Conquer (разделяй и властвуй), Geometric Decomposition (геометрическая декомпозиция), Replicable (воспроизводимый)	7		0	0	6	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Примеры параллельных численных методов. Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц (алгоритм Штрассена). Параллельная реализация волнового алгоритма. Быстрое преобразование Фурье. Решение системы линейных уравнений с трехдиагональной матрицей - метод редукции. Анализ вычислительной сложности алгоритмов, анализ накладных расходов на синхронизацию параллельных подзадач.	7		0	0	8	домашнее задание контрольная работа
10.	Тема 10. Явная схема Эйлера для решения двумерной нестационарной задачи Пуассона. Метод декомпозиции области Шварца с налегающими подобластями.	7		0	0	8	коллоквиум домашнее задание отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен
	Итого			0	0	54	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. "Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы" классификация Флинна, однопроцессорные системы, системы с векторными процессорами, мультипроцессорные системы с памятью общего использования, UMA SMP, когерентность кешей, UMA с комутируемой сетью межсоединений, NUMA, COMA лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Классификация машин параллельной обработки информации в модели общей памяти, подразумевающая разное отношение к построению вычислительных алгоритмов для них. Базовой является классификация Флинна, которая, однако не дает полного представления о разнообразии архитектур, однако позволяет вести классификацию алгоритмов на самом высоком уровне. Классификация машин с общей памятью, принципы организации общей памяти.

**Тема 2. "Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы" Многомашинные системы с передачей сообщений, массивно-параллельные системы, кластеры и сети рабочих станций, ПО для управления многомашинными системами. PVM, MPI, Linda, Orca.**

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Вопросы организации различного рода сетей, объединяющих машины с общей памятью в одну вычислительную систему. Принципы организации вычислений на таких системах, обзор программного обеспечения и языков программирования, предназначенных для разработки ПО в таких средах.

**Тема 3. Кеш-память. Мотивация. Реализация кеш-памяти в рамках одного процессора. Реализация согласованной кеш-памяти в многопроцессорных системах. Алгоритм обеспечения согласованности MESI. Слабая согласованность, барьеры памяти.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Обзор базовых принципов организации кеш-памяти в рамках одного процессора. Кеш-память прямой адресации, ассоциативная кеш-память, частично ассоциативная кеш-память. Организация согласованной кеш-памяти в многопроцессорных системах с общей памятью и общей шиной. Описание базового для таких систем алгоритма обеспечения согласованности MESI. Возможности ускорения этого протокола, приводящие к частично согласованной кеш-памяти. Барьеры памяти, как способ учесть неполную согласованность на уровне ПО.

**Тема 4. Синхронизация многопоточных программ. Ситуация гонки, критическая секция. Примитивы синхронизации многопоточных приложений. Семафор, мьютекс, барьер. Системная реализация мьютекса. Системная реализация барьера на основе мьютекса.**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Синхронизация многопоточных программ. Понятие синхронизации. Частный случай синхронизации при обращении к общим ресурсам из различных частей параллельной программы. Понятие ситуации гонки и критической секции. Примитивы синхронизации многопоточных приложений. Описание многоместного семафора. Мьютекс, как частный случай семафора. Понятие барьерной синхронизации. Обсуждение возможных путей программной или аппаратной реализации этих примитивов. Описание принципов их работы, если они реализованы, как объекты операционной системы.

**Тема 5. Атомарные операции. Синхронизация без блокировок. CAS-программирование. Реализация мьютекса на уровне пользовательского приложения. Реализация барьера на уровне пользователя. Фьютекс.**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Понятие атомарной операции. Связь атомарных операций, частичной согласованности кеш-памяти и барьеров памяти. Синхронизация без блокировок, когда объекты синхронизации не являются объектами операционной системы. Специальные атомарные инструкции CPU, позволяющие осуществить такую реализацию. Реализация мьютекса на уровне пользовательского приложения. Реализация барьера на уровне пользователя. Фьютекс, как комбинация системного и CAS-мьютексов.

**Тема 6. Потокбезопасные стек и очередь. Реализация с помощью мьютекса, CAS-реализация.**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Реализация базовых структур программирования - стека и очереди, для случаев, когда они являются общим ресурсом в параллельной программе. Обсуждение возможностей их реализации. Описание вариантов реализации при помощи системных объектов синхронизации и без их использования.

**Тема 7. Паттерны параллельного программирования. Map/reduce/gather/scan. Планирование нагрузки, распределение данных между процессами.**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**



Базовые алгоритмы, параллельного программирования, применяемые при той или иной обработке больших массивов данных. Основные проблемы, возникающие при разработке такого рода алгоритмов - планирование оптимального распределения данных между процессами, минимизация обмена данными и других видов синхронизации, оптимальное распределение объема вычислительной нагрузки.

**Тема 8. Выскокоуровневые паттерны проектирования. Pipeline (конвейер), Master and Slave (хозяин и подчинённый), Divide and Conquer (разделяй и властвуй), Geometric Decomposition (геометрическая декомпозиция), Replicable (воспроизводимый)**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Выскокоуровневые паттерны проектирования, как подходы к общей организации структуры параллельной программы. Обсуждение частных случаев, когда удобнее выбрать тот или иной подход к организации взаимодействия между различными частями параллельной программы, тот или иной подход к разделению задач и к разделению данных.

**Тема 9. Примеры параллельных численных методов. Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц (алгоритм Штрассена). Параллельная реализация волнового алгоритма. Быстрое преобразование Фурье. Решение системы линейных уравнений с трехдиагональной матрицей - метод редукции. Анализ вычислительной сложности алгоритмов, анализ накладных расходов на синхронизацию параллельных подзадач.**

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Формулировка ряда численных методов, допускающих параллельное исполнение. Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц напрямую, формулировка и обсуждение вариантов параллельной реализации алгоритма Штрассена. Параллельная реализация волнового алгоритма поиска кратчайшего пути в графе для случая неориентированного планарного графа, топологически эквивалентного шахматной доске. Параллельная реализация быстрого преобразования Фурье. Решение системы линейных уравнений с трехдиагональной матрицей - метод редукции. Анализ вычислительной сложности алгоритмов, анализ накладных расходов на синхронизацию параллельных подзадач.

**Тема 10. Явная схема Эйлера для решения двумерной нестационарной задачи Пуассона. Метод декомпозиции области Шварца с налегающими подобластями.**

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Формулировка нестационарного уравнения теплопроводности с конвекцией в двумерной области. Дискретизация по времени, приводящая к явной схеме Эйлера. Дискретизация пространственного оператора конечными разностями. Обсуждение вариантов параллельной программной реализации полученной вычислительной схемы. Метод декомпозиции области Шварца с налегающими подобластями для стационарного уравнения теплопроводности как пример крупнозернистого распараллеливания на уровне алгоритма.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Кеш-память. Мотивация. Реализация кеш-памяти в рамках одного процессора. Реализация согласованной кеш-памяти в многопроцессорных системах. Алгоритм обеспечения согласованности MESI.					

Слабая согласованность, барьеры памяти.

7	Домашняя работа	3	Домашняя работа
	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
4.	Тема 4. Синхронизация многопоточных программ. Ситуация гонки, критическая секция. Примитивы синхронизации многопоточных приложений. Семафор, мьютекс, барьер. Системная реализация мьютекса. Системная реализация барьера на основе мьютекса.	7		Домашняя работа	3	Домашняя работа
				подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
5.	Тема 5. Атомарные операции. Синхронизация без блокировок. CAS-программирование. Реализация мьютекса на уровне пользовательского приложения. Реализация барьера на уровне пользователя. Фьютекс.	7		Домашняя работа	1	Домашняя работа
				подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
6.	Тема 6. Потокбезопасные стек и очередь. Реализация с помощью мьютекса, CAS-реализация.	7		Домашняя работа	4	Домашняя работа
				подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
7.	Тема 7. Паттерны параллельного программирования. Map/reduce/gather/scan. Планирование нагрузки, распределение данных между процессами.	7		Домашняя работа	2	Домашняя работа
				подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Выскокоуровневые паттерны проектирования. Pipeline (конвейер), Master and Slave (хозяин и подчинённый), Divide and Conquer (разделяй и властвуй), Geometric Decomposition (геометрическая декомпозиция),	7		Домашняя работа	5	Домашняя работа
5.	<b>Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения</b> Обучение происходит в форме лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студента.			подготовка к устному опросу	1	устный опрос
9.	Тема 9. Примеры дисциплины на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих параллельные алгоритмы. Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц (алгоритм Штрассена). Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к экзамену. При экзамене рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.	7		подготовка к домашним заданиям, подготовка домашнего задания	4	Практические задания, задания
6.	<b>Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов</b>			подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
7.	Тема 7. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы, классификация Флинна, однопроцессорные системы, системы с векторными процессорами, мультипроцессорные системы с памятью общего использования, UMA SMP, когерентность кешей, UMA с коопутируемой сетью межсоединений, NUMA, COMA			подготовка к контрольной работе		контрольная работа
8.	Тема 8. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы, многомашинные системы с передачей сообщений, массивно-параллельные системы, кластеры и сети рабочих станций, ПО для управления многомашинными системами.			подготовка к домашнему заданию		домашнее задание
9.	Тема 9. Кэш-память. Мотивация. Реализация кэш-памяти в рамках одного процессора. Реализация согласованной кэш-памяти в многопроцессорных системах. Алгоритм обеспечения согласованности MESI. Слабая согласованность, барьеры памяти.	7		подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
10.	задачи Пуассона. Метод декомпозиций области Шварца с налегающими			подготовка к коллоквиуму		коллоквиум
	домашнее задание. Примерные вопросы:			подготовка к отчету	4	отчет
	Исследования возможных организаций системы с шиной. Домашнее задание. Примерные вопросы:			подготовка к отчету	4	отчет
	Протокол программной реализации протокола MESI.			подготовка к отчету	54	устный опрос , примерные вопросы:

Реализация кеш-памяти в рамках одного процессора. Реализация согласованной кеш-памяти в многопроцессорных системах. Алгоритм обеспечения согласованности MESI. Слабая согласованность, барьеры памяти.

**Тема 4. Синхронизация многопоточных программ. Ситуация гонки, критическая секция. Примитивы синхронизации многопоточных приложений. Семафор, мьютекс, барьер. Системная реализация мьютекса. Системная реализация барьера на основе мьютекса.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Программная реализация барьерной синхронизации на основе системного мьютекса

Домашняя работа , примерные вопросы:

Сравнение производительности полученной реализации с барьером из библиотеки OpenMP устный опрос , примерные вопросы:

Синхронизация многопоточных программ. Ситуация гонки, критическая секция. Примитивы синхронизации многопоточных приложений. Семафор, мьютекс, барьер. Системная реализация мьютекса. Системная реализация барьера на основе мьютекса.

**Тема 5. Атомарные операции. Синхронизация без блокировок. CAS-программирование. Реализация мьютекса на уровне пользовательского приложения. Реализация барьера на уровне пользователя. Фьютекс.**

домашнее задание , примерные вопросы:

CAS-реализация мьютекса

Домашняя работа , примерные вопросы:

CAS-реализация барьерной синхронизации

коллоквиум , примерные вопросы:

Кеш-память. Барьеры памяти. Атомарные операции. Синхронизация без блокировок. CAS-программирование. Реализация мьютекса на уровне пользовательского приложения. Реализация барьера на уровне пользователя. Фьютекс.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольные вопросы к пройденному материалу: 1. Классификация многопроцессорных ЭВМ с общей памятью. 2. Балансировка нагрузки map/reduce-алгоритмов 3. Алгоритм MESI 4. Слабая согласованность кеш-памяти. Барьеры памяти

**Тема 6. Потокбезопасные стек и очередь. Реализация с помощью мьютекса, CAS-реализация.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Реализация с помощью мьютекса.

Домашняя работа , примерные вопросы:

CAS-реализация потокбезопасного стека или очереди.

коллоквиум , примерные вопросы:

Преимущества и недостатки CAS-программирования без блокировок.

**Тема 7. Паттерны параллельного программирования. Map/reduce/gather/scan. Планирование нагрузки, распределение данных между процессами.**

Домашняя работа , примерные вопросы:

Реализация reduce-алгоритма для суммирования элементов вектора

контрольная работа , примерные вопросы:

Программная реализация подходов map/reduce/gather/scan для различных учебных задач на операции с векторами и матрицами.

устный опрос , примерные вопросы:

Паттерны параллельного программирования. Map/reduce/gather/scan. Планирование нагрузки, распределение данных между процессами.

**Тема 8. Выскокоуровневые паттерны проектирования. Pipeline (конвейер), Master and Slave (хозяин и подчинённый), Divide and Conquer (разделяй и властвуй), Geometric Decomposition (геометрическая декомпозиция), Replicable (воспроизводимый)**

Домашняя работа , примерные вопросы:

Конвейерная реализация  $(A[i]*B[i]+C[i])/D[i]$

устный опрос , примерные вопросы:

Высокоуровневые паттерны проектирования. Pipeline (конвейер), Master and Slave (хозяин и подчинённый), Divide and Conquer (разделяй и властвуй), Geometric Decomposition (геометрическая декомпозиция), Replicable (воспроизводимый)

**Тема 9. Примеры параллельных численных методов. Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц (алгоритм Штрассена). Параллельная реализация волнового алгоритма. Быстрое преобразование Фурье. Решение системы линейных уравнений с трехдиагональной матрицей - метод редукции. Анализ вычислительной сложности алгоритмов, анализ накладных расходов на синхронизацию параллельных подзадач.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Исследование устойчивости алгоритма Штрассена.

коллоквиум , примерные вопросы:

Примеры параллельных численных методов. Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц (алгоритм Штрассена). Параллельная реализация волнового алгоритма. Быстрое преобразование Фурье. Решение системы линейных уравнений с трехдиагональной матрицей - метод редукции. Анализ вычислительной сложности алгоритмов, анализ накладных расходов на синхронизацию параллельных подзадач.

контрольная работа , примерные вопросы:

Подходы к конструированию параллельных алгоритмов. Анализ их вычислительной сложности.

**Тема 10. Явная схема Эйлера для решения двумерной нестационарной задачи Пуассона. Метод декомпозиции области Шварца с налегающими подобластями.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Явная схема Эйлера для решения двумерной нестационарной задачи Пуассона.

коллоквиум , примерные вопросы:

Метод декомпозиции области Шварца с налегающими подобластями.

отчет , примерные вопросы:

Явная схема Эйлера для решения двумерной нестационарной задачи Пуассона. Метод декомпозиции области Шварца с налегающими подобластями.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Перечень вопросов:

1. Классификация многопроцессорных ЭВМ с общей памятью.
2. Балансировка нагрузки map/reduce-алгоритмов
3. Алгоритм MESI
4. Слабая согласованность кеш-памяти. Барьеры памяти
5. Примитивы синхронизации параллельных программ. Системная реализация Мьютекса.
6. Примитивы синхронизации параллельных программ. CAS-реализация Мьютекса.
7. Примитивы синхронизации параллельных программ. Системная реализация барьерной синхронизации.
8. Примитивы синхронизации параллельных программ. CAS-реализация барьерной синхронизации.
9. Способы реализации потокобезопасной очереди
10. Способы реализации потокобезопасного стека
11. Высокоуровневые паттерны проектирования: Pipeline (конвейер), Master and Slave (хозяин и подчинённый), Replicable (воспроизводимый)
12. Высокоуровневые паттерны проектирования: Divide and Conquer (разделяй и властвуй), Geometric Decomposition (геометрическая декомпозиция)
13. Реализация подхода префиксного суммирования: паттерн scan

14. Алгоритм Штрассена
15. БПФ
16. Метод редукции для решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей

### 7.1. Основная литература:

1. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования: учебное пособие. - 2-е (эл.). - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 342 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42626](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42626)
2. Сизиков В.С Обратные прикладные задачи и MatLab. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 256с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2037](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2037)
3. Линев, А. В. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур: учебник для студентов высших учебных заведений/ А. В. Линев, Д. К. Боголепов, С. И. Бастраков; под ред. В. П. Гергеля; Нижегор. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. Москва: Изд-во Московского университета, 2010. 148 с.
4. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью: учебник для студентов высших учебных заведений/ К.В. Корняков, В.Д. Кустикова, И.Б. Мееров [и др.]; под ред. проф. В.П. Гергеля; Нижегор. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского, Координац. совет Системы науч.-образоват. центров суперкомпьютер. технологий. 2-е изд., испр. и доп.. Москва: Изд-во Московского университета, 2010. 262 с.
5. Кепнер, Джереми. Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоузловых вычислительных машин: [учебное пособие] / Джереми Кепнер; науч. ред. Д. В. Дубров. Москва: Изд-во Московского университета, 2013. 292, [2] с.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. В. П. Гергель Современные языки и технологии параллельного программирования : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / В. П. Гергель ; Б-ка Нижегор. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского .? Москва : Изд-во Московского университета, 2012 .? 402, [4] с. : ил., табл. ; 24 .? (Суперкомпьютерное образование) .? На 4-й с. обл. авт.: В. П. Гергель, д.т.н., проф. ? Рез. на англ. яз. ? Библиогр.: с. 394-402.- ISBN 978-5-211-06380-8
2. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования / Богачев К.Ю. - М. БИНОМ. Лаб. Знаний - 2003- 342с -I SBN: 5-94774-037-0
3. В. В. Воеводин Вычислительная математика и структура алгоритмов : 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычислительных системах параллельной архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / В. В. Воеводин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова .? 2-е изд., стер. ? Москва : Изд-во Московского университета, 2010 .? 166 с. : ил. ; 21 см .? (Серия Суперкомпьютерное образование : СКО / Суперкомпьютерный консорциум университетов России) .? Библиогр.: с. 161 (3 назв.) .? ISBN 978-5-211-05933-7 (в пер.) , 1750.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>  
Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://algolist.manual.ru/>  
Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям - <http://parallel.ru>  
Основы работы с технологией CUDA - [www.znanium.com](http://www.znanium.com)

Параллельные алгоритмы: учебное пособие для студентов и аспирантов университетов и вузов, изучающих вычислительную математику и ее приложения, а также для специалистов по численному анализу - [http://z3950.ksu.ru/bcover/0000730145\\_con.pdf](http://z3950.ksu.ru/bcover/0000730145_con.pdf)

Справочник по компьютерной математике - <http://www.users.kaluga.ru/math/>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Введение в параллельные алгоритмы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером), а также в специализированных компьютерных кабинетах.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.62 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Численные методы .



Автор(ы):

Кадыров Р.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Тимербаев М.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.