МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем

Утверждаю

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов

«_____»_____20___г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Теория и практика параллельных вычислений

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) начальник отдела Демьянов Д.Н. (отдел научно-инновационной деятельности, Набережночелнинский институт (филиал) КФУ), DNDemyanov@kpfu.ru Каримов В.С. ; доцент, к.н. Мышкина И.Ю. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4	Способен к разработке требований и проектированию программного обеспечения
ПК-8	Способен к разработке стратегии тестирования и управлению процессом тестирования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- архитектуру высокопроизводительных вычислительных систем, типовые топологии схем коммутации, классификацию многопроцессорных вычислительных систем, модели параллельных вычислительных процессов, концепцию неограниченного параллелизма, модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью, модель конвейерной системы;

- общие принципы построения и реализации MPI, общие функций MPI, коммуникаторы, функции обмена сообщениями типа 'точка-точка': блокирующий и неблокирующий обмен, синхронные и стандартные посылки сообщений, технологию программирования OpenMP, последовательные и параллельные нити программы, организацию параллельных секций, параллельные циклы, директивы синхронизации, спецификации OpenMP для языков C и C++.

Должен уметь:

- разрабатывать, отлаживать и запускать на исполнение параллельные программы с использованием функций MPI и OpenMP;

- выполнять анализ эффективности распараллеливания алгоритмов с использованием различных систем организации взаимодействия ветвей.

Должен владеть:

- навыками решения различных сложных вычислительных задач, требующих разработки соответствующих параллельных алгоритмов и их программной реализации, используя программные платформы MPI, OpenMP;

- навыками использования различных систем организации взаимодействия ветвей.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика ()" и относится к вариативной части.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 90 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Цели, задачи и проблемы параллельных вычислений	7	1	0	0	5
2.	Тема 2. Моделирование и анализ параллельных алгоритмов	7	1	0	2	9
3.	Тема 3. Оценка коммуникационной сложности параллельных алгоритмов	7	1	0	4	7
4.	Тема 4. Принципы разработки параллельных методов	7	1	0	0	3
5.	Тема 5. Интерфейс передачи сообщений MPI	7	1	0	0	4
6.	Тема 6. Операции передачи данных между двумя процессами в MPI	7	1	0	2	11
7.	Тема 7. Производные типы данных в MPI	7	1	0	2	5
8.	Тема 8. Управление группами процессов и коммуникаторами. Виртуальные топологии	7	2	0	4	10
9.	Тема 9. Параллельные методы умножения матрицы на вектор. Параллельные методы матричного умножения.	7	4	0	12	14
10.	Тема 10. Технология программирования OpenMP	7	2	0	6	8
11.	Тема 11. Решение систем линейных уравнений	7	1	0	0	8
12.	Тема 12. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	7	1	0	4	3
13.	Тема 13. Многопоточность в Qt	7	1	0	0	3
	Итого		18	0	36	90

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Цели, задачи и проблемы параллельных вычислений

Понятие параллельных вычислений. Условия достижения параллелизма.

Примеры параллельных вычислительных систем. Суперкомпьютеры. Рейтинг суперкомпьютеров. Тест LINPACK для оценки производительности.

Классификация вычислительных систем.

Типовые схемы коммуникации в многопроцессорных ВС.

Системные платформы для построения кластеров.

Тема 2. Моделирование и анализ параллельных алгоритмов

Модель вычислений в виде графа "операции - операнды".

Описание схемы выполнения параллельного алгоритма.

Определение времени выполнения параллельного алгоритма.

Показатели эффективности параллельного алгоритма.

Пример. Вычисление частных сумм последовательности чисел.

Оценка максимально достижимого параллелизма.

Анализ масштабируемости параллельных вычислений.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 3. Оценка коммуникационной сложности параллельных алгоритмов

Общая характеристика механизмов передачи данных. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных.

Анализ трудоемкости основных операций передачи данных: между двумя процессорами сети, от одного процессора всем остальным, от всех процессоров всем процессорам, обобщенная передача данных.

Логическое представление топологии коммуникационной среды.

Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем.

Тема 4. Принципы разработки параллельных методов

Моделирование параллельных программ.

Этапы разработки параллельных алгоритмов: разделение вычислений на независимые части; выделение информационных зависимостей; масштабирование набора подзадач; распределение подзадач между процессорами.

Параллельное решение гравитационной задачи N тел: разбор всех этапов разработки параллельного алгоритма.

Тема 5. Интерфейс передачи сообщений MPI

Основные понятия и определения.

Введение в разработку параллельных программ с использованием MPI: инициализация и завершение MPI-программ; определение количества и ранга процессов; передача сообщений; прием сообщений; первая параллельная программа с использованием MPI.

Определение времени выполнения MPI-программы. Обзор коллективных операций передачи данных.

Тема 6. Операции передачи данных между двумя процессами в MPI

Режимы передачи данных.

Организация неблокирующих обменов данными между процессами.

Одновременное выполнение передачи и приема.

Обобщенная передача данных от одного процесса всем процессам.

Обобщенная передача данных от всех процессов одному процессу.

Общая передача данных от всех процессов всем процессам.

Дополнительные операции редукции данных.

Тема 7. Производные типы данных в MPI

Понятие производного типа данных.

Способы конструирования производных типов данных: непрерывный способ конструирования; векторный способ конструирования; индексный способ конструирования; структурный способ конструирования.

Объявление производных типов и их удаление.

Формирование сообщений при помощи упаковки и распаковки данных.

Тема 8. Управление группами процессов и коммуникаторами. Виртуальные топологии

Группы, управление группами. Создание новых групп на основе существующих с использованием операций объединения, пересечения и разности.

Коммуникаторы, создание и управление коммуникаторами. Коммуникаторы по умолчанию. Способы создания новых коммуникаторов: дублирование, подмножество процессов.

Декартовы топологии (решетки).

Топологии графа.

Тема 9. Параллельные методы умножения матрицы на вектор. Параллельные методы матричного умножения.

Принципы распараллеливания.

Постановка задачи.

Последовательный алгоритм.

Разделение данных.

Умножение матрицы на вектор при разделении данных по строкам.

Умножение матрицы на вектор при разделении данных по столбцам.

Умножение матрицы на вектор при блочном разделении данных.

Разбор и анализ всех этапов проектирования параллельного алгоритма для всех вариантов умножения матрицы на вектор.

Постановка задачи умножения матрицы на матрицу.

Последовательный алгоритм.

Умножение матриц при ленточной схеме разделения данных.

Алгоритм Фокса умножения матриц при блочном разделении данных.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 10. Технология программирования OpenMP

Введение. Модель параллельной программы. Директивы и функции. Параллельные и последовательные области. Модель данных. Распределение вычислительных задач. Синхронизация: барьеры, замки, критические секции.

Основные директивы OpenMP.

Библиотека функций OpenMP.

Реализации OpenMP. Информационные ресурсы.

Тема 11. Решение систем линейных уравнений

Постановка задачи.

Алгоритм Гаусса.

Последовательный алгоритм: прямой ход алгоритма Гаусса; обратный ход алгоритма.

Параллельная реализация: определение подзадач; выделение информационных зависимостей; масштабирование и распределение подзадач по процессорам; анализ эффективности; программная реализация; результаты вычислительных экспериментов.

Тема 12. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных

Последовательные методы решения задачи Дирихле.

Метод Гаусса-Зейделя.

Организация параллельных вычислений для систем с общей памятью на основе OpenMP на примере метода Гаусса - Якоби: решение проблем синхронизации вычислений; взаимоблокировки; исключение неоднозначности вычислений; балансировка вычислительной нагрузки процессоров. Волновые схемы параллельных вычислений.

Тема 13. Многопоточность в Qt

Модель потоков графического приложения Qt. Основная направленность механизмов многопоточности в Qt. Управление потоками на низком и высоком уровнях.

Базовая многопоточность в Qt (низкий уровень).

Потоки без цикла обработки событий.

Локальная память потоков.

Передача данных между потоками.

Мьютексы и семафоры.

Высокоуровневый интерфейс потоков.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 7			

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-8 , ПК-4	6. Операции передачи данных между двумя процессами в MPI 7. Производные типы данных в MPI 8. Управление группами процессов и коммуникаторами. Виртуальные топологии 9. Параллельные методы умножения матрицы на вектор. Параллельные методы матричного умножения. 10. Технология программирования OpenMP 11. Решение систем линейных уравнений 12. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных 13. Многопоточность в Qt
2	Устный опрос	ПК-4 , ПК-8	1. Введение. Цели, задачи и проблемы параллельных вычислений 2. Моделирование и анализ параллельных алгоритмов 3. Оценка коммуникационной сложности параллельных алгоритмов 4. Принципы разработки параллельных методов 5. Интерфейс передачи сообщений MPI 6. Операции передачи данных между двумя процессами в MPI 7. Производные типы данных в MPI 8. Управление группами процессов и коммуникаторами. Виртуальные топологии 9. Параллельные методы умножения матрицы на вектор. Параллельные методы матричного умножения. 10. Технология программирования OpenMP 11. Решение систем линейных уравнений 12. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных 13. Многопоточность в Qt
3	Контрольная работа	ПК-4 , ПК-8	5. Интерфейс передачи сообщений MPI 7. Производные типы данных в MPI 10. Технология программирования OpenMP
	Экзамен	ПК-4, ПК-8	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Семестр 7					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 7

Текущий контроль

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

1. Лабораторные работы

Темы 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Лабораторная работа 1.

Распараллеливание квадратурной формулы, определение числа Пи.

Лабораторная работа 2.

Реализация параллельных алгоритмов векторно-матричного умножения средствами MPI.

Лабораторная работа 3.

Параллельное программирование с OpenMP.

Лабораторная работа 4.

Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений на примере решения задачи моделирования мозга.

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы:

1. В чем состоит цель работы?
2. Какие задачи нужно решить в процессе выполнения работы?
3. Опишите методику выполнения работы.
4. Запишите основные расчетные соотношения, используемые в работе.
5. Какое программное и аппаратное обеспечение используется при выполнении работы?
6. Кратко опишите процесс выполнения работы.
7. Опишите основные результаты, полученные в процессе выполнения работы.
8. Соответствуют ли полученные результаты известным теоретическим положениям?
9. Какие выводы можно сделать по результатам выполнения работы?
10. При решении каких практических задач могут быть использованы получаемые результаты?

2. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Тема 1. Введение. Цели, задачи и проблемы параллельных вычислений

В чем заключаются основные способы достижения параллелизма?

В чем могут состоять различия параллельных вычислительных систем?

В чем состоит принцип разделения многопроцессорных систем на мультипроцессоры и мультикомпьютеры?

В чем состоят положительные и отрицательные стороны кластерных систем?

Какие топологии сетей передачи данных наиболее широко используются при по-строении многопроцессорных систем?

В чем состоят особенности сетей передачи данных для кластеров?

Каковы основные характеристики сетей передачи данных?

Тема 2. Моделирование и анализ параллельных алгоритмов

Как определяется модель "операции - операнды"?

Как определяется расписание для распределения вычислений между процессорами?

Как определяется время выполнения параллельного алгоритма?

Какое расписание является оптимальным?

Как определить минимально возможное время решения задачи?

Какие оценки следует использовать в качестве характеристики времени последовательного решения задачи?

Как определить минимально возможное время параллельного решения задачи по гра-фу ?операнды ? операции??

Какие зависимости могут быть получены для времени параллельного решения задачи при увеличении или уменьшении числа используемых процессоров?

При каком числе процессоров могут быть получены времена выполнения параллель-ного алгоритма, сопоставимые по порядку с оценками минимально возможного времени решения задачи?

Как определяются понятия ускорения и эффективности?

Возможно ли достижение сверхлинейного ускорения?

В чем состоит противоречивость показателей ускорения и эффективности?

В чем заключается проблема распараллеливания последовательного алгоритма суммирования числовых значений?

Как формулируется закон Амдаля? Какой аспект параллельных вычислений позволяет учесть данный закон?

Какие предположения используются для обоснования закона Густавсона - Барсиса?

Тема 3. Оценка коммуникационной сложности параллельных алгоритмов

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Какие основные характеристики используются для оценки топологии сети передачи данных? Приведите значения характеристик для конкретных типов коммуникационных структур (полный граф, линейка, решетка и др.).
Какие основные методы применяются при маршрутизации передаваемых данных по сети?
В чем состоят основные методы передачи данных? Приведите для этих методов аналитические оценки времени выполнения.
Какие операции передачи данных могут быть выделены в качестве основных?
В чем состоят алгоритмы выполнения передачи данных от одного процессора всем процессорам сети для топологий кольца, решетки и гиперкуба? Приведите оценки временной трудоемкости для этих алгоритмов.
В чем состоят алгоритмы выполнения передачи данных от всех процессоров всем процессорам сети для топологий кольца, решетки и гиперкуба? Приведите оценки временной трудоемкости для этих алгоритмов.
В чем состоят возможные алгоритмы выполнения операции редукции? Какой из алгоритмов является наилучшим по времени выполнения?
В чем состоит алгоритм выполнения операции циклического сдвига?
В чем состоит полезность использования логических топологий? Приведите примеры алгоритмов логического представления структуры коммуникационной сети.
В чем состоит различие моделей для оценки времени выполнения операций передачи данных в кластерных вычислительных системах? Какая модель является более точной? Какая модель может быть использована для предварительного анализа временной трудоемкости коммуникационных операций?

Тема 4. Принципы разработки параллельных методов
В чем состоят исходные предположения для возможности применения рассмотренной в лекции методики разработки параллельных алгоритмов?
Каковы основные этапы проектирования и разработки методов параллельных вычислений?
Как определяется модель "подзадачи - сообщения"?
Как определяется модель "процессы - каналы"?
Какие основные требования должны быть обеспечены при разработке параллельных алгоритмов?
В чем состоят основные действия на этапе выделения подзадач?
Каковы основные действия на этапе определения информационных зависимостей?
В чем состоят основные действия на этапе масштабирования имеющегося набора подзадач?
В чем состоят основные действия на этапе распределения подзадач по процессорам вычислительной системы?
Как происходит динамическое управление распределением вычислительной нагрузки при помощи схемы ?менеджер ? исполнитель??
Какой метод параллельных вычислений был разработан для решения гравитационной задачи N тел?
Какой способ выполнения операции обобщенного сбора данных является более эффективным?

Тема 5. Интерфейс передачи сообщений MPI
Какой минимальный набор средств является достаточным для организации параллельных вычислений в системах с распределенной памятью?
В чем состоит важность стандартизации средств передачи сообщений?
Что следует понимать под параллельной программой?
В чем различие понятий процесса и процессора?
Какой минимальный набор функций MPI позволяет начать разработку параллельных программ?
Как описываются передаваемые сообщения?
Как можно организовать прием сообщений от конкретных процессов?
Как определить время выполнения MPI-программы?

Тема 6. Операции передачи данных между двумя процессами в MPI
В чем различие парных и коллективных операций передачи данных?
Какая функция MPI обеспечивает передачу данных от одного процесса всем процессам?
Что понимается под операцией редукции?
В каких ситуациях следует применять барьерную синхронизацию?
Какие режимы передачи данных поддерживаются в MPI?
Как организуется неблокирующий обмен данными в MPI?
В чем состоит понятие тупика? Когда функция одновременного выполнения передачи и приема гарантирует отсутствие тупиковых ситуаций?
Какие коллективные операции передачи данных предусмотрены в MPI?

Тема 7. Производные типы данных в MPI
Что понимается под производным типом данных в MPI?
Какие способы конструирования типов имеются в MPI?
В каких ситуациях может быть полезна упаковка и распаковка данных?

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 8. Управление группами процессов и коммуникаторами. Виртуальные топологии
Что понимается под группой процессов?
Способы формирования группы?
Что понимается в MPI под коммуникатором?
Для чего может потребоваться создание новых коммуникаторов?
Что понимается в MPI под виртуальной топологией?
Какие виды топологий предусмотрены в MPI?
Для чего может оказаться полезным использование виртуальных топологий?

Тема 9. Параллельные методы умножения матрицы на вектор. Параллельные методы матричного умножения.
Назовите основные способы распределения элементов матрицы между процессорами вычислительной системы.
В чем состоит постановка задачи умножения матрицы на вектор?
Почему при разработке параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор допустимо дублировать вектор-операнд на все процессоры?
Какие подходы могут быть предложены для разработки параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор?

В чем состоит постановка задачи умножения матриц?
Приведите примеры задач, в которых используется операция умножения матриц.
Приведите примеры различных последовательных алгоритмов выполнения операции умножения матриц. Отличается ли их вычислительная трудоемкость?
Какие способы разделения данных используются при разработке параллельных алгоритмов матричного умножения?
Какие информационные взаимодействия выполняются для алгоритмов при ленточной схеме разделения данных?

Какие информационные взаимодействия выполняются для блочных алгоритмов умножения матриц?
Оцените возможность выполнения матричного умножения как последовательности операций умножения матрицы на вектор.
Дайте общую характеристику программной реализации алгоритма Фокса. В чем могут состоять различия в программной реализации других рассмотренных алгоритмов?

Тема 10. Технология программирования OpenMP
Тема 11. Решение систем линейных уравнений
Что представляет собой система линейных уравнений? Какие типы систем вам известны? Какие методы могут быть использованы для решения систем разных типов?
В чем состоит постановка задачи решения системы линейных уравнений?
В чем идея параллельной реализации метода Гаусса?
Какие информационные взаимодействия имеются между базовыми подзадачами для параллельного варианта метода Гаусса?
Каковы показатели эффективности для параллельного варианта метода Гаусса?
В чем состоит схема программной реализации параллельного варианта метода Гаусса?
В чем состоит идея параллельной реализации метода сопряженных градиентов?
Какой из алгоритмов обладает большей коммуникационной сложностью?

Тема 12. Параллельные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных
Как определяется задача Дирихле для уравнения Пуассона?
Какие способы распараллеливания сеточных методов могут быть использованы для многопроцессорных вычислительных систем с общей памятью?
В каких ситуациях необходима синхронизация параллельных вычислений?
Как характеризуется поведение параллельных участков программы при наличии усло-вий состязания потоков?
В чем состоит проблема взаимоблокировки?
Какие методы могут быть использованы для достижения однозначности результатов параллельных вычислений для сеточных методов?
Как изменяется объем вычислений при применении методов волновой обработки дан-ных?
Какие проблемы приходится решать при организации параллельных вычислений на системах с распределенной памятью?
Какие основные схемы распределения данных между процессорами могут быть ис-пользованы для сеточных методов?

Тема 13. Многопоточность в Qt
Какие основные подходы к организации многопоточности реализованы в Qt?
Каковы особенности реализации многопоточности на основе QThread с обработкой сообщений в потоке, без обработки сообщений в потоке?

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Для чего используются мьютексы и семафоры? В чем их отличия?
Что понимается под свойствами реентерабельностьи и потокобезопасности функции?
Как организуется работа с общей и локальной памятью в потоках?
Каковы основные особенности высокоуровнего интерфейса многопоточности в Qt?

3. Контрольная работа

Темы 5, 7, 10

Пример контрольного задания.

Написать на базе MPI параллельную программу, в которой в каждом процессе генерируется случайным образом набор из K + 5 целых чисел, где K - количество процессов.

Используя функцию MPI_Reduce для операции MPI_SUM, просуммировать элементы данных наборов с одним и тем же порядковым номером, вывести полученные суммы и максимальное значение из полученных сумм в главном процессе (имеющем нулевой ранг).

В программе необходимо осуществить измерение и вывод на экран времени выполнения параллельной части программы. В программе должна быть реализована возможность задавать количество потоков.

Программу необходимо протестировать для случая одного потока (последовательное выполнение), двух и десяти потоков.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Понятие параллельных вычислений. Условия достижения параллелизма. Конвейерная организация вычислений. Суперкомпьютеры.
2. Классификация вычислительных систем
3. Топологии сети передачи данных. Характеристики топологии сети.
4. Моделирование и анализ параллельных вычислений: модель вычислений в виде графа ?операции ? операнды?.
5. Описание схемы выполнения параллельного алгоритма.
6. Определение времени выполнения параллельного алгоритма.
7. Показатели эффективности параллельного алгоритма. Пример: вычисление общей суммы набора значений.
8. Определение показателей эффективности в задаче вычисления частных сумм набора значений.
9. Оценка максимально достижимого параллелизма. Закон Амдаля. Закон Густавсона-Барсиса.
10. Анализ масштабируемости параллельных вычислений.
11. Оценка коммуникационной сложности параллельных алгоритмов. Временны́е характеристики коммуникационных операций. Методы передачи данных.
12. Логическое представление топологии коммуникационной среды.
13. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем.
14. Схема разработки параллельных алгоритмов. Краткая характеристика этапов.
15. Моделирование параллельных программ. Основные виды и особенности моделей.
16. Этапы разработки параллельных алгоритмов: разделение вычислений на независимые части. Пример.
17. Этапы разработки параллельных алгоритмов: выделение информационных зависимостей. Пример.
18. Этапы разработки параллельных алгоритмов: масштабирование набора подзадач. Пример.
19. Этапы разработки параллельных алгоритмов: распределение подзадач между процессорами. Пример.
20. MPI: общая характеристика. Основные понятия и определения в MPI: процесс; ранг процесса;
21. Основные понятия и определения в MPI: операции передачи данных; группы и коммуникаторы; типы данных; виртуальные топологии.
22. Структура параллельной программы на базе MPI. Инициализация, финализация программы. Определение количества процессов и ранга процесса.
23. Операции парного обмена данными в MPI.
24. Виды коллективных операций обмена данными в MPI.
25. Синхронизация вычислений в MPI. Назначение синхронизации.
26. Режимы передачи данных в операциях парного обмена. Стандартный, синхронный, буферизованный режимы передачи данных, режим передачи по готовности.
27. Производные типы данных в MPI: понятие производного типа, карта типа, характеристики производного типа.
28. Производные типы данных в MPI: способы конструирования.
29. Производные типы данных в MPI: формирование сообщений при помощи упаковки и распаковки данных.
30. Группы и коммуникаторы в MPI: назначение, способы создания, удаление.
31. Виды параллелизма: параллелизм по данным, функциональный параллелизм. Примеры.
32. OpenMP: понятие, назначение, основной принцип реализации параллелизма. Многопоточность. Сравнение OpenMP и MPI.
33. Модель параллельной программы OpenMP. Схема выполнения параллельной программы OpenMP. Структура параллельной программы. Процесс выполнения программы.
34. Директивы OpenMP: классификация. Опции директив. Функции OpenMP. Пример простой параллельной программы OpenMP.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

35. Модель данных OpenMP. Гонка данных, причины ее возникновения.
36. Распределение работы между потоками: низкоуровневое распараллеливание, параллельные циклы; параллельные секции.
37. Способы синхронизации в OpenMP: барьер, критические секции, замки́.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 7			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	30
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Message Passing Interface Forum - http://www.mpi-forum.org/

Open MPI: Open Source High Performance Computing - https://www.open-mpi.org

PARALLEL.RU - http://parallel.ru/

Qt-Doc.Ru: документация по Qt - http://qt-doc.ru/

The OpenMP? API specification for parallel programming - http://openmp.org/wp/

Интернет-Университет Суперкомпьютерных Технологий: Теория и практика па-раллельных вычислений - http://www.intuit.ru/studies/courses/1156/190/info

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Во время лекционных занятий студенту рекомендуется вести краткий конспект, фик-сируя основные теоретические положения изучаемых разделов дисциплины. При подго-товке к устному опросу, контрольным работам и экзаменам следует в первую очередь об-ращаться к конспекту лекций по дисциплине. Причем работа с конспектом лекций и дру-гими литературными источниками должна проводиться систематически, в процессе этой работы студент должен стараться получить полное представление об интересующих его вопросах, особенно, если возникли трудности в понимании какой-то темы. Во время лекции настоятельно рекомендуется вовлеченность в диалог с лектором. Следует стремиться отвечать на задаваемые им вопросы, участвовать в обсуждениях от-дельных вопросов. Если студент не успевает за темпом подачи материала или какой-то аспект оказался слишком сложен для восиприятия, рекомендуется при первой возможно-сти задать уточняющий вопрос или попросить преподавателя повторно рассмотреть вы-звавший затруднения материал.
лабораторные работы	Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе. Задания по лабораторным работам, рекомендации по их выполнению и примеры выполнения находятся в соответствующих методических материалах. Контроль за выполнением лабораторных работ проходит в виде защиты соответствующей работы преподавателю на компьютере индивидуально каждым студентом. Для успешной защиты студент должен: ? предоставить отлаженную, корректно работающую программу, способ реализации и результаты выполнения которой соответствуют заданию; ? быть готовым ответить на вопросы преподавателя, касающиеся: 1) непосредственно исходного кода программы либо определения класса, 2) реализованных в работе алгоритмов, 3) теоретического материала, необходимого для выполнения задания; ? знать и понимать основные термины предметной области, которой принадлежит решаемая задача.
самостоя-тельная работа	Особенностью обучения бакалавров является высокий уровень самостоятельности обучающихся в ходе образовательного процесса. Можно выделить два вида самостоятельной работы - аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Ауди-торная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под не-посредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. На аудиторных занятиях по дисциплине ?Теория и практика параллельных вычислений? с участием преподавателя применяются следующие формы СРС: - текущие консультации; - разбор и проработка основных приемов работы и способов решения задач по дисциплине. Внеаудиторная СРС по дисциплине: - проработка и усвоение теоретического материала на базе рекомендованной преподавателем учебной литературы (включая электронные библиотеки и др.); - подготовка к лабораторным работам (изучение образцов выполнения заданий, разобранных примеров решения некоторых задач и др.); - оформление отчетов по лабораторным работам; - подготовка к устному опросу; - подготовка к контрольной работе; - подготовка к экзамену.

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	Устный опрос проводится по всем темам (разделам) дисциплины ?Теория и практика параллельных вычислений?. Опрос проводится на лабораторных занятиях, обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя согласно перечню вопросов к устному опросу. Вопросы носят в большинстве случаев теоретический характер и задаются для актуализации лекционного материала, а также для проверки освоения студентом основных терминов, понятий и теоретических положений дисциплины.
контрольная работа	Контрольная работа проводится в компьютерном классе. Выполнение контрольных работ по дисциплине ?Теория и практика параллельных вычислений?. направлено на проверку овладения навыками разработки и отладки простых консольных алгоритмов в рамках концепций структурного, процедурного программирования. Контрольные работы выполняются студентом в аудиторное время на компьютере в течение 60-80 минут со-гласно определенному варианту. Текст контрольной работы содержит задачу (задачи), в формулировке которой студенту предлагается написать консольную программу на языке C/C++, реализующую тот или иной параллельный вычислительный алгоритм либо способ передачи данных между процессами/потоками. Контрольные работы выполняются по следующим темам: ?Принципы разработки параллельных методов?; ?Интерфейс передачи сообщений MPI?; ?Операции передачи данных между двумя процессами в MPI?; ?Технология программирования OpenMP?. Выполненные студентом контрольные задания сдаются на проверку в электронном виде. Для успешной защиты контрольной работы студент должен предоставить отлаженную, корректно работающую программу, результаты выполнения которой соответствуют заданию; быть готовым ответить на вопросы преподавателя, касающиеся: реализованного в программе алгоритма, а также непосредственно исходного кода программы.
экзамен	Экзамен проводится по окончании первого семестра изучения дисциплины. Экзамен является формой промежуточного контроля знаний и умений, полученных на аудиторных занятиях (лекциях, лабораторных работах) и в процессе самостоятельной работы. В ходе подготовки к экзамену студенту рекомендуется проработать теоретический материал лекций, также рекомендуется просмотреть и повторить практический материал всех лабораторных работ. Лекционный материал доступен в составе электронного учебно-методического комплекса по дисциплине, размещенного на сервере локальной сети института. Материал содержит полный иллюстрированный текст лекций, а также презентации в формате MS PowerPoint (MS Word) по каждому тематическому разделу. В качестве источников получения теоретических и справочных сведений лекции можно рассматривать как первичный, однако не единственный источник. Помимо лекций студент должен активно и самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет, в том числе справочными системами и источниками по языку C/C++. Приветствуется знание технического английского языка, достаточное для чтения и понимания технических справочных текстов. Задания, выдаваемые студенту на экзамене, состоят из теоретической и практической частей. Теоретическая часть содержит два вопроса из перечня вопросов к экзамену и требует устного ответа, практическая часть включает задание, выполняемое на компьютере (написать консольную программу на основе параллельных методов обработки данных и коммуникации между процессорами). На подготовку устного ответа и выполнения практического задания студенту дается 1-1,5 часа. Для успешного ответа на экзамене студент должен: - корректно и в достаточном объеме осветить данные теоретические вопросы - продемонстрировать знания как лекционного материала, так и материала из литературных источников; - корректно ответить на вопросы, задаваемые в ходе устного опроса по тематике полученных вопросов; - предоставить отлаженную, корректно работающую программу, результаты выполнения которой соответствуют практическому заданию; - ответить на вопросы преподавателя, касающиеся непосредственно технологии выполнения практического задания; - свободно ориентироваться в терминологии тех тем (разделов) дисциплины, к которым принадлежат полученные теоретические вопросы и практическое задание.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.06 Теория и практика параллельных вычислений

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Основная литература:

1. Богачёв К. Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие / К. Ю. Богачёв. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 345 с. - ISBN 978-5-00101-758-5. - URL: https://e.lanbook.com/book/135516 (дата обращения: 23.10.2020). - Текст : электронный.

2. Абрамян М.Э. Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI : учебное пособие / М.Э. Абрамян. - Ростов-на-Дону : Издательство ЮФУ, 2010. - 172 с. - ISBN 978-5-9275-0778-8. - URL: http://znanium.com/catalog/product/549949 (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

3. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений : учебное пособие / В.П. Гергель. - Москва: Национальный Открытый Университет 'ИНТУИТ', 2016. (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-645-7. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947746457.html (дата обращения: 23.10.2020). - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Карепова Е.Д. Основы многопоточного и параллельного программирования : учебное пособие / Е.Д. Карепова. - Красноярск : СФУ, 2016. - 356 с. - ISBN 978-5-7638-3385-0. - URL : http://znanium.com/catalog/product/966962 (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

2. Практикум по параллельному программированию : учебное пособие / С.В. Борзунов. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2017. - 236 с. - ISBN 978-5-9909805-0-1. - URL: http://znanium.com/catalog/product/978561 (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

3. Федотов И.Е. Модели параллельного программирования : практическое пособие / И.Е. Федотов - Москва : СОЛОН-Пр., 2017. - 392 с. - (Библиотека профессионала) - ISBN 978-5-91359-222-4. - URL: http://znanium.com/catalog/product/858609 (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

4. Уильяме Э. Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ / Энтони Уильяме ; пер. с англ. А.А. Слинкин - Москва : ДМК Пресс, 2012. - 672 с. - ISBN 978-5-94074-448-1. - URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744481.html (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.06 Теория и практика параллельных вычислений

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.