

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Параллельное и распределенное программирование

Кафедра дискретной математики и информатики
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа
02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки
Информационные технологии

Уровень высшего образования
магистратура

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: базовый


Махачкала, 2017

Рабочая программа дисциплины «Параллельное и распределительное программирование» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии (уровень магистратуры) от «17» августа 2015г. № 830.

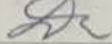
Разработчик(и): кафедра дискретной математики и информатики, Ханикалов Х.Б.- ст. преподаватель кафедры дискретной математики и информатики

Рабочая программа дисциплины одобрена:

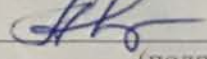
на заседании кафедры дискретной математики и информатики 13 января 2017 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой  Магомедов А.М.
(подпись)

на заседании Методического совета факультета математики и компьютерных наук 17 января 2017 г., протокол № 5.

Председатель  Меджидов З.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением « 31 » 03 20 17 г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина “ Параллельное и распределительное программирование” входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению 02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой дискретной математики и информатики.

Содержание дисциплины охватывает круг базовых вопросов, связанных с современными знаниями в области параллельного и распределённого программирования.

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК – 1, общепрофессиональных – ОПК – 4, профессиональных – ПК – 2, ПК – 7, ПК –8 .

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: в форме 2-х контрольных работ (модулей) и итогового зачета в конце семестра.

Объем дисциплины – 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	Консультации			
А	72	10					62	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Параллельное и распределительное программирование» являются формирование культуры параллельного и распределенного программирования студента, фундаментальная подготовка в области развития методов параллельного программирования, методов программирования на современных компьютерных и суперкомпьютерных системах, овладение аппаратом параллельного и распределенного программирования для дальнейшего использования в приложениях.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Параллельное и распределительное программирование» входит в базовую часть образовательной программы магистратуры по направлению 02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии, преподается в соответствии с графиком учебного процесса и является обязательной дисциплиной. Изучение предмета производится в течение одного семестра и заканчивается зачетом. Дисциплина «Параллельное и распределенное программирование» логически и содержательно взаимосвязана с такими дисциплинами, как «Основы программирования», «Языки программирования», «Введение в анализ информационных технологий», «Технологии параллельных и распределенных вычислений».

В свою очередь, знания и умения, полученные в результате освоения данной дисциплины, могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при прохождении «Научно-исследовательской практики», а также при подготовке студентом магистерской диссертации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК – 1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знать: основные понятия технологий параллельного и распределённого программирования. Уметь: применять компьютерные технологии при обработке информации, разрабатывать и оценивать алгоритмы. Владеть: навыками дискуссии по теме дисциплины.
ОПК-4	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение	Знать: современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач; Уметь: самостоятельно овладевать новыми информационными технологиями и технологиями программирования в современных средах. Владеть: навыками поиска необходимой информации и самостоятельного обучения с помощью информационных технологий

ПК – 2	способностью использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий	<p>Знать: основные тенденции развития параллельных архитектур, факторы, влияющие на производительность, критерии выбора программно-аппаратной платформы для решения вычислительно-сложных задач заданного класса.</p> <p>Уметь: пользоваться средствами удаленного доступа к вычислительным ресурсам коллективного пользования и запуска параллельных программ на вычислительных кластерах.</p> <p>Владеть: общей методикой разработки параллельных программ, способами оценки эффективности параллельных алгоритмов и максимально достижимого параллелизма на целевой вычислительной архитектуре.</p>
ПК – 7	способностью разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов	<p>Знать: принципы построения, назначение, структуру, функции и основы бизнес-планов научно-прикладных проектов;</p> <p>Уметь: разрабатывать бизнес -планы научно-прикладных проектов;</p> <p>Владеть: навыками оптимизации бизнес-планов научно-прикладных проектов.</p>
ПК-8	способностью организовывать процессы корпоративного обучения на основе электронных и мобильных технологий и развивать корпоративные базы знаний	<p>Знать: архитектуру современных высокопроизводительных вычислительных систем</p> <p>Уметь: обеспечивать передачу информации между приложениями</p> <p>Владеть: навыками работы с современными вычислительными средствами</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
Модуль 1. Средства разработки параллельных программ									
1	Цели, задачи и проблемы параллельных вычислений.		1	12	2			10	
2	Принципы		2-3	12				12	Прием лабораторных

	построения параллельных вычислительных систем.								работ
3	Архитектура высокопроизводительных ЭВМ.			12	2			10	
	Итого по модулю 1:			36	4			32	Контрольная работа
Модуль 2. Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ									
1	Параллельное программирование в потоках		4-5	12	2			10	Прием лабораторных работ
2	Параллельное программирование в процессах		6-7	12	2			10	Прием лабораторных работ
3	Параллельное программирование с использованием ускорителей		8-9	12	2			10	Прием лабораторных работ
	Итого по модулю 2:			36	6			30	Контрольная работа
	ИТОГО:			10				62	Зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Средства разработки параллельных программ

Тема 1. Цели, задачи и проблемы параллельных вычислений Цели и задачи параллельной обработки данных. Необходимость и актуальность параллельных вычислений. Различия между многозадачным, параллельным и распределенным режимами выполнения программ.

Тема 2. Обзор параллельных вычислительных систем и их классификация. Способы организации параллельной обработки данных. Способы построения многопроцессорных вычислительных систем. Краткая история развития высокопроизводительных вычислений. Примеры параллельных вычислительных систем.

Тема 3. Архитектура высокопроизводительных ЭВМ. Введение в вычисления общего назначения с использованием GPU. Основные архитектурные отличия GPU от CPU. Архитектура современных GPU. Технология CUDA. Модели и шаблоны программирования с использованием технологии CUDA. Модель памяти CUDA. Типы памяти. Оптимизация CUDA-приложений. Модель исполнения CUDA. Компиляция CUDA-приложений.

Модуль 2. Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ

Тема 1. Параллельное программирование в потоках

Библиотека OpenMP: модель программирования, синтаксис, понятие параллельной области и режима ее выполнения. Директивы OpenMP. Параллельные циклы for/DO. Параметры директив. Директивы OpenMP. Параллельные секции, директива single. Параметры директив. Системные переменные и системные подпрограммы времени выполнения библиотеки OpenMP. Синхронизационные конструкции OpenMP: critical, atomic, barrier, master, ordered, flush. Ошибки, возникающие при программировании с общей памятью: состязание и взаимоблокировка.

Тема 3. Параллельное программирование в процессах

Программирование в терминах обмена сообщениями. Основные понятия библиотеки MPI: инициализация и выход, понятие коммутатора, сообщение. Блокирующие коммуникации точка-точка: функции отправки и приема. Неблокирующие коммуникации точка-точка: функции отправки и приема, подпрограммы ожидания/проверки. Типы данных MPI (базовые и производные). Соответствие типов данных MPI и типов данных языков C и Fortran. Конструирование производных типов: непрерывно размещенный, векторный, структурный. Коллективные операции распределения данных в MPI. Операции глобальной редукции.

Тема 4. Параллельное программирование с использованием ускорителей

Возможности технологии программирования Cuda. Сравнительный анализ технологии Cuda и стандартов OpenCL, OpenACC.

5. Образовательные технологии

Процесс изложения учебного материала сопровождается систематическими компьютерными презентациями и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного оборудования, предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Предусмотрено общение и консультации с представителями российских и зарубежных компаний (из числа выпускников кафедры) как по электронной почте и скайпу, так и очные встречи.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля, учебно-методическое обеспечение (возможно в виде ссылок) самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение конспектов лекций и рекомендованной литературы.
2. Выполнение рефератов.
3. Подготовка к текущему и промежуточному контролю
4. Поиск материала на интернет-форумах
5. Подготовка к зачету.

6.2. Порядок контроля:

1. Опрос на лекциях
2. Отчеты по самостоятельной работе
3. Сдача рефератов
3. Коллоквиумы
4. Зачет

Задания для самостоятельной работы, их содержание и форма контроля приведены в форме таблицы.

Наименование тем	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
Тема 1. Цели, задачи и проблемы параллельных вычислений.	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. Подготовка реферата	Опрос, оценка выступлений, проверка реферата.
Тема 2. Принципы построения параллельных	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. Подготовка реферата	Опрос, оценка выступлений, проверка реферата.
Тема 3. Архитектура высокопроизводительных ЭВМ.	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендованной литературы. Подготовка реферата	Опрос, оценка выступлений, проверка реферата.
Тема 4. Параллельное программирование в потоках	Работа с учебной литературой. Подготовка к тестированию. Подготовка реферата.	Тестирование, проверка реферата.
Тема 5. Параллельное программирование в процессах	Работа с учебной литературой. Подготовка реферата.	Опрос, оценка выступлений, проверка конспекта и реферата.
Тема 6. Параллельное программирование с использованием использованием	Работа с учебной литературой. Подготовка реферата.	Опрос, оценка выступлений, проверка реферата.

Предусмотрено проведение индивидуальной работы (консультаций) со студентами в ходе изучения материала данной дисциплины.

Формой итогового контроля знаний и умений студентов по курсу «Параллельное и распределённое программирование» является зачет.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы:

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-1	Знать: основные понятия технологий параллельного и распределённого программирования	Устный опрос, написание рефе-

	<p>Уметь: применять компьютерные технологии при обработке информации, разрабатывать и оценивать алгоритмы</p> <p>Владеть: навыками дискуссии по теме дисциплины.</p>	ратов
ОПК-4	<p>Знать: структуру научного познания, его методы и формы; современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач; современные концепции естествознания, место естественных наук в выработке научного мировоззрения</p> <p>Уметь: использовать методы научного познания в профессиональной области; самостоятельно овладевать новыми информационными технологиями и технологиями программирования в современных средах;</p> <p>Владеть: навыками поиска необходимой информации и самостоятельного обучения с помощью информационных технологий; навыками использования полученных знаний в практической деятельности, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности; способностью расширять и углублять свое научное мировоззрение.</p>	Устный опрос, написание рефератов, тестирование
ПК-2	<p>Знать: современные тенденции развития научных и прикладных достижений и их использование в прикладном исследовании</p> <p>Уметь: использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности; использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач</p> <p>Владеть: навыками использования углубленных теоретических и практических знаний в области информационных технологий и прикладной математики.</p>	Устный опрос, написание рефератов
ПК-7	<p>Знать: принципы построения, назначение, структуру, функции и основы бизнес-планов научно-прикладных проектов;</p> <p>Уметь: разрабатывать бизнес -планы научно-прикладных проектов;</p> <p>Владеть: навыками оптимизации бизнес-планов научно-прикладных проектов.</p>	Устный опрос, написание рефератов
ПК-8	<p>Знать: процессы корпоративного обучения на основе технологий электронного и мобильного обучения;</p> <p>Уметь: организовывать процессы корпоративного обучения на основе технологий электронного и мобильного обучения и развития корпоративных баз знаний;</p>	Устный опрос, написание реферата, тестирование.

	Владеть: методами организации процессов корпоративного обучения	
--	---	--

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: основные понятия технологий параллельного и распределённого программирования	Демонстрирует слабые знания по дисциплине	Показывает хорошие знания по дисциплине, имеет небольшие неточности в понятиях.	Знание всех основных понятий технологий параллельного и распределённого программирования
Базовый	Уметь: применять компьютерные технологии при обработке информации, разрабатывать и оценивать алгоритмы	Слабо владеет методами обработки информации, разработки и оценки алгоритмов	Имеет незначительные неточности при обработке информации, разработки и оценки алгоритмов	Умеет четко ставить задачу, сформулировать и находить наиболее оптимальный способ ее решения.
Продвинутый	Владеть: навыками дискуссии по теме дисциплины	Слабо владеет навыками дискуссии по профессиональной тематике	Владеет навыками дискуссии по профессиональной тематике	Владеет навыками дискуссии по профессиональной тематике, использует современные информационные методы анализа данных

ОПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: современные теории, методы, системы и средства	Имеет неполное представление о методах	Допускает неточности в анализе	Демонстрирует четкое представление

	прикладной математики и информационных технологий для решения научно-исследовательских и прикладных задач;	доказательства математических утверждений	информации	ие об основах получения и обработки информации
Базовый	Уметь: самостоятельно овладевать новыми информационными и технологиями и технологиями программирования в современных средах.	Демонстрирует слабое умение осуществлять постановку задач и выполнять эксперименты по проверке их корректности.	Может осуществлять постановку задач и выполнять эксперименты по проверке их корректности.	Может эффективно осуществлять постановку задач и выполнять эксперименты по проверке их корректности.
Продвину-тый	Владеть: навыками поиска необходимой информации и самостоятельного обучения с помощью информационных технологий	Имеет точности при проведении научных исследований, связанных с изучением и обработкой мультимедийных данных.	Владеет навыками проведения научных исследований, связанных с изучением и обработкой мультимедийных данных.	Показывает совершенные знания и навыки проведения научных исследований, связанных с изучением и обработкой мультимедийных данных.

ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: основные тенденции развития параллельных архитектур, факторы, влияющие на производительность, критерии выбора программно-аппаратной платформы для	Демонстрирует слабые знания в тенденции развития параллельных архитектур.	Показывает хорошие знания в указанной тенденции развития параллельных архитектур.	Умеет четко ставить задачу, сформулировать и находить наиболее оптимальный способ ее решения.

	решения вычислительно-сложных задач заданного класса.			
Базовый	Уметь: пользоваться средствами удаленного доступа к вычислительным ресурсам коллективного пользования и запуска параллельных программ на вычислительных кластерах.	Не умеет точно сформулировать задачу.	Показывает хорошие умения в пользовании и запуска параллельных программ на вычислительных кластерах.	Умеет с использованием основных методов принимать нужные решения
Продвину-тый	Владеть: общей методикой разработки параллельных программ, способами оценки эффективности параллельных алгоритмов и максимально достижимого параллелизма на целевой вычислительной архитектуре.	Не владеет в полной мере методами и неуверенно отвечает на вопросы	Владеет общей методикой разработки параллельных программ	Хорошо владеет методикой разработки параллельных программ, способами оценки эффективности параллельных алгоритмов.

ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность разрабатывать и оптимизировать бизнес – планы научно – прикладных проектов»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительн о	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: принципы построения, назначение, структуру, функции и основы бизнес-планов научно-прикладных проектов;	Демонстрирует слабые знания методов построения математических моделей	Знает построение математическо й модели той или иной задачи проектной и производственн о- технологическо й деятельности	Хорошо владеет теоретически ми знаниями по дисциплинам специализаци и по направлению подготовки магистра.

Базовый	Уметь: разрабатывать бизнес-планы научно-прикладных проектов	Слабо применяет на практике компьютерные технологии для решения различных задач.	Умеет применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач.	Может эффективно осуществлять постановку задач и выполнять эксперименты по проверке корректности.
Продвину-тый	Владеть: навыками оптимизации бизнес-планов научно-прикладных проектов.	Владеет методами моделирования научно-прикладных проектов.	Владеет способностью разрабатывать модели бизнес-планов.	Отлично владеет навыками оптимизации бизнес-планов.

ПК-8

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность организовывать процессы корпоративного обучения на основе электронных и мобильных технологий и развивать корпоративные базы знаний»

Пороговый	Знать: архитектуру современных высокопроизводительных вычислительных систем	Демонстрирует слабые знания архитектуры современных высокопроизводительных вычислительных систем	Имеет теоретические знания архитектуру современных высокопроизводительных вычислительных систем	Знает архитектуру современных высокопроизводительных вычислительных систем.
Базовый	Уметь: обеспечивать передачу информации между приложениями	Слабо применяет на практике компьютерные технологии для решения различных задач.	Умеет применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач.	Может эффективно осуществлять постановку задач и выполнять эксперименты по проверке.
Продвину-тый	Владеть: навыками работы с современными вычислительными средствами	Владеет методами моделирования научно-прикладных проектов.	Владеет способностью работать с вычислительными средствами.	Отлично владеет работами с современными вычислительными средствами

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительной оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

7.3.1. Темы рефератов:

1. Модели параллельного программирования. Мультипроцессорные системы с общей памятью
2. Модели параллельного программирования. Системы с распределенной памятью. Ускорители
3. Обзор современных методов и средств отладки и настройки параллельных программ
4. Архитектуры с распределенной памятью
5. Параллельные методы умножения матрицы на вектор
6. Параллельные методы матричного умножения
7. Введение в Grid - и Cloud - технологии
8. Моделирование и анализ параллельных вычислений
9. Теоретические основы параллельных алгоритмов
10. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов
11. Сравнение архитектуры CPU и GPU
12. Распределенное программирование.
13. Распараллеливание невычислительных задач. Сортировка массивов
14. Автоматическое распараллеливание последовательных программ. Построение ярусно-параллельной формы программы
15. Эволюция GPU
16. Использование нескольких GPU
17. Современные направления развития параллельных вычислительных систем
18. Создание потоков и нитей в одном из языков высокого уровня
19. Оценка эффективности параллельных алгоритмов. Закон Амдала. Задача NC
20. Средства распараллеливания в современных языках программирования
21. Вытесняющая мультизадачность
22. Алгоритмы исключения тупиковых ситуаций
23. Мультизадачность в Windows 10.0
24. Отечественные суперкомпьютеры
25. Алгоритмы маршрутизации. Методы передачи данных. Анализ трудоемкости основных операций передачи данных.
26. Эффективность использования вычислительной системы. Способы оценки показателей.

7.3.2. Перечень заданий к промежуточному (по частям) и итоговому контролю

Задание 1.

Напишите программу, в которой создается k нитей, и каждая нить выводит на экран свой номер и общее количество нитей в параллельной области в формате:

```
I am <Номер нити> thread from <Количество нитей> threads!
```

Задание 2.

Изучите конструкции для управления работой с данными shared и private. Напишите программу, в которой создается k нитей, и каждая нить выводит на экран свой номер через переменную rank следующим образом:

```
rank = omp_get_thread_num();  
printf("I am %d thread.\n", rank);
```

Экспериментами определите, общей или частной должна быть переменная rank.

Задание 3.

Напишите программу, в которой две нити параллельно вычисляют сумму чисел от 1 до N. Распределите работу по нитям с помощью оператора if языка C. Для сложения результатов вычисления нитей воспользуйтесь OpenMP-параметром reduction.

Задание 4.

Изучите OpenMP-директиву параллельного выполнения цикла for. Напишите программу, в которой k нитей параллельно вычисляют сумму чисел от 1 до N. Распределите работу по нитям с помощью OpenMP-директивы for.

Задание 5.

Изучите параметр schedule директивы for. Модифицируйте программу «Сумма чисел» из задания 4 таким образом, чтобы дополнительно выводилось на экран сообщение о том, какая нить, какую итерацию цикла выполняет:

[<Номер нити>]: calculation of the iteration number <Номер итерации> .

Задайте k = 4, N = 10.

Задание 6.

Напишите OpenMP-программу, которая вычисляет число π с точностью до N знаков после запятой. Используйте следующую формулу:

$$\pi = \left(\frac{4}{1+x_0^2} + \frac{4}{1+x_1^2} + \dots + \frac{4}{1+x_{N-1}^2} \right) \times \frac{1}{N}, \text{ где } x_i = (i+0.5) \times \frac{1}{N}, i = \overline{0, N-1}$$

Распределите работу по нитям с помощью OpenMP-директивы for.

Задание 7.

Напишите OpenMP-программу, которая вычисляет произведение двух квадратных матриц $A \times B = C$ размера $n \times n$. Используйте следующую формулу:

Задание 8.

Изучите OpenMP-директивы создания параллельных секций sections и section. Напишите программу, содержащую 3 параллельные секции, внутри каждой из которых должно выводиться сообщение:

[<Номер нити>]: came in section <Номер секции>

Вне секций внутри параллельной области должно выводиться следующее сообщение:

[<Номер нити>]: parallel region

Запустите приложение на 2-х, 3-х, 4-х нитях. Проследите, как нити распределяются по параллельным секциям.

Задание 9.

Перепишите программу, в которой параллельно вычисляется сумма чисел от 1 до N (см. задание 4), без использования параметра reduction. Вместо параметра reduction используйте директиву atomic.

Задание 10.

Перепишите параллельную программу вычисления числа π (см. задание 6) без использования параметра reduction. Вместо параметра reduction используйте директиву critical.

Перечень вопросов для организации текущего контроля:

1. Параллельные вычисления. Общий смысл.
2. Мультипроцессоры и мультикомпьютеры
3. Обзор программной нотации
4. Программирование с разделяемыми переменными. Процессы и синхронизация.
5. Программирование с разделяемыми переменными. Блокировки и барьеры.
6. Программирование с разделяемыми переменными. Семафоры. Мониторы. Реализация
7. Распределенное программирование. Передача сообщений.

8. Распределенное программирование. Удаленный вызов процедур и рандеву.
9. Распределенное программирование. Модели взаимодействия процессов.
10. Распределенное программирование. Реализация языковых механизмов
11. Синхронное параллельное программирование. Научные вычисления.
12. Синхронное параллельное программирование. Языки, компиляторы, библиотеки и инструментальные средства

Перечень контрольных вопросов для сдачи зачета:

1. Особенности современных параллельных архитектур. Виды параллельности. Модели параллельного программирования. Характеристики параллельной программы: ускорение, масштабируемость, эффективность.
2. Мультипроцессорные системы с общей памятью. Общая архитектура и подходы к параллельному программированию. Проблемы, возникающие при организации доступа к общим ресурсам.
3. Механизмы управления доступом к критическим ресурсам: активное ожидание, семафоры, мониторы.
4. Библиотека Pthreads: управление потоками, управление мютексами, управление условными переменными.
5. Библиотека OpenMP: модель программирования, синтаксис, понятие параллельной области и режима ее выполнения.
6. Директивы OpenMP. Параллельные циклы for/do. Параметры директив.
7. Директивы OpenMP. Параллельные секции, директива single. Параметры директив.
8. Системные переменные и системные подпрограммы времени выполнения библиотеки OpenMP.
9. Распараллеливание циклов. Зависимости по данным.
10. Синхронизационные конструкции OpenMP: critical, atomic, barrier, master, ordered, flush.
11. Ошибки, возникающие при программировании с общей памятью: состязание и взаимоблокировка.
12. Кластерные высокопроизводительные вычислительные системы: требования к архитектуре. Коммуникационное оборудование и аппаратно-программные платформы.
13. Модель вычислительной системы с распределенной памятью – LogGP.
14. Программирование в терминах обмена сообщениями. Основные понятия библиотеки MPI: инициализация и выход, понятие коммуникатора, сообщение.
15. Блокирующие коммуникации точка-точка: функции отправки и приема.
16. Неблокирующие коммуникации точка-точка: функции отправки и приема, подпрограммы ожидания/проверки.
17. Типы данных MPI (базовые и производные). Соответствие типов данных MPI и типов данных языков C и Fortran. Конструирование производных типов: непрерывно размещенный, векторный, структурный.
18. Коллективные операции распределения данных в MPI: MPI_Bcast, MPI_Scatter, MPI_Gather, MPI_Allgather, MPI_Alltoall. Операции глобальной редукции: minloc и maxloc; определенные пользователем.

19. Односторонние коммуникации.
20. Основные конструкции технологии Cuda.
21. Сравнительный анализ стандартов OpenCL и OpenACC.
22. Средства отладки и настройки параллельных программ.

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

Общий результат складывается из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- Посещение занятий – 20%
- выполнение и сдача рефератов – 40 %
- выполнение самостоятельных работ – 40 %.
- Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- Письменный опрос – 50% .
- Коллоквиум – 50 %

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608с.
2. Таненбаум Э., ван Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – СПб:Питер, 2003. – 877с.
3. Боресков А.В. и др. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA. Учеб. пособие. 2-е изд. М.: Издательство Московского университета, 2015. – 336с.
4. Антонов А.С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 2012. – 344с.
5. Лупин С.А., Посыпкин М.А. Технологии параллельного программирования. – М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2011. – 208с.
6. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем: Учебник – М.: Изд-во МГУ, 2010

б) дополнительная литература:

1. Сандерс Дж., Кэндрот Э. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров. Пер. с англ. Слинкина А.А. М.: ДМК Пресс, 2011. – 232с.
2. Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. – М.: Вильямс, 2003.
3. Косяков М.С. Введение в распределенные вычисления. – СПб: НИУ ИТМО, 2014. – 155 с.
4. Тель Ж. Введение в распределенные алгоритмы. Пер. с англ. – М.: МЦНМО, 2009. – 616с.
5. Линев А.В., Боголепов Д.К., Бастраков С.И. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур: – Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2010.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», полезных для освоения дисциплины

1. Поток выполнения [Электронный ресурс] // URL = <https://ru.wikipedia.org/wiki/> / время доступа: 21.05.2015
2. [Операционная платформа. Определения и классификация](http://gigabaza.ru/doc/33138.html) [Электронный ресурс] // URL = <http://gigabaza.ru/doc/33138.html> / время доступа: 21.05.2015.
3. [Процессы и потоки in-depth. Обзор различных потоковых моделей](http://habrahabr.ru/post/40227/) [Электронный ресурс] // URL = <http://habrahabr.ru/post/40227/> время доступа: 22.05.2015.
4. [Автоматическое распараллеливание программ для распределенных систем. Статическое построение расширенного графа управления](http://xreferat.com/33/4673-1/) [Электронный ресурс] // URL = <http://xreferat.com/33/4673-1/> время доступа: 22.05.2015.
5. <http://www.intuit.ru> [Электронный ресурс]
6. <http://www.parallel.ru> Материалы на сайте Лаборатории параллельных информационных технологий МГУ.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

1. При решении лабораторных заданий программистский подход непременно должен присутствовать (без него решение не будет полноценным), однако, он не должен заслонять сугубо математические (доказательство и др.) и алгоритмические (построение, оптимизация, верификация и др.) аспекты.
2. Необходимо обратить внимание на распознавание ситуаций, когда распараллеливание: а) допустимо, б) целесообразно, в) необходимо. Нельзя игнорировать «накладные расходы» ресурсов, выделяемых собственно распараллеливанию вычислений.
3. Важно различать архитектурные и теоретические проблемы распараллеливания.
4. При решении проблемы автоматического распараллеливания особое внимание следует уделить созданию внутреннего представления программы, органично соответствующего проблематике решаемой задачи.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующее программное обеспечение: Microsoft Visual Studio Express, Microsoft Windows, Ubuntu Linux, Skype. Также студентам предоставляется доступ к российским и международным электронным библиотекам через компьютеры университета.

13. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Имеется необходимая литература в библиотеке, медиапроектор и компьютер для проведения лекций-презентаций.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах с современным аппаратным и

программным обеспечением. При выполнении лабораторных заданий студенту предоставляется право выбора одного из двух языков программирования из поддерживаемых MS Visual Studio. На сайте кафедры размещаются учебные пособия и презентации к лекции.