

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета вычислитель-
ной техники



Фионова Л. Р.

« 17 » апреля 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.2.10 Технологии параллельного программирования

Направление подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика

Профиль Системное программирование и компьютерные технологии

Квалификация (степень) выпускника – Бакалавр

Форма обучения Очная

Пенза, 2015

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Технологии параллельного программирования» является формирование и развитие у будущих системных программистов общекультурных и профессиональных компетенций, формирование фундаментальных знаний в области технологии параллельного программирования, ознакомление с проблематикой параллельных вычислительных систем, а также с методами и оценками их производительности.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Технологии параллельного программирования» относится к вариативной части блока дисциплин.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Основы информатики», «Алгоритмы и алгоритмические языки», «Языки и методы программирования».

Освоение данной дисциплины является основой для дисциплины профессионального цикла «Системы реального времени», последующего прохождения практики, подготовки к итоговой государственной аттестации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Технологии параллельного программирования».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ОПК-1	способен использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	Знать: основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с технологиями параллельного программирования
		Уметь: использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики в процессе разработки параллельных программ
		Владеть: навыками разработки параллельного программного обеспечения с использованием базовых знаний естественных наук, математики и информатики
ОПК-2	способен приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Знать: современные способы и средства приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений в области технологий параллельного программирования и использования их в практической деятельности
		Уметь: приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения области технологий параллельного программирования
		Владеть: профессиональными навыками работы с информационными и компьютер-

		ными технологиями в научной и познавательной деятельности области технологий параллельного программирования
ОПК-3	способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	Знать: технологии параллельного программирования при разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования
		Уметь: решать задачи разработки на профессиональном уровне алгоритмических и программных решений в области параллельного программирования
		Владеть: практическими навыками разработки алгоритмических и программных решений в области параллельного программирования
ОПК-4	способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: задачи профессиональной деятельности в области технологий параллельного программирования
		Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры в области технологий параллельного программирования
		Владеть: практическими навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры в области технологий параллельного программирования с применением информационно-коммуникационных технологий
ПК-5	способен осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках	Знать: о новейших научных и технологических достижениях в области технологий параллельного программирования
		Уметь: осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в области технологий параллельного программирования в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках
		Владеть: практическими навыками использования информации, полученной с помощью поиска в сети Интернет, в области технологий параллельного программирования
ПК-7	способен к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и	Знать: технологии параллельного программирования при разработке и применении алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения

	прикладного программного обеспечения	<p>Уметь: решать задачи разработки на профессиональном уровне алгоритмических и программных решений в области параллельного программирования с применением библиотек OpenMP, MPI, многопоточного программирования</p> <p>Владеть: практическими навыками разработки алгоритмических и программных решений в области параллельного программирования</p>
ПСК-1	способен к формализации и алгоритмизации поставленных задач	<p>Знать: базовые алгоритмы и парадигмы параллельного выполнения задач</p> <p>Уметь: формализовать поставленные задачи и разработать алгоритмы их решения на параллельных вычислительных системах</p> <p>Владеть: практическими навыками формализации и алгоритмизации поставленных задач с учётом их параллельного выполнения</p>
ПСК-2	способен к написанию программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными	<p>Знать: технологии разработки параллельного программного кода</p> <p>Уметь: разрабатывать программный код в области параллельного программирования</p> <p>Владеть: практическими навыками разработки программного кода в области параллельного программирования</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Технологии параллельного программирования»

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)			
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа					Опрос на лабораторном занятии	Проверка выполнения индивидуального задания	Проверка отчёта выполнения лабораторной работы	контрольная работа
				Всего	Лекция	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Выполнение домашнего индивидуального задания	Подготовка отчёта лабораторной работы	Подготовка к контрольной работе				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Раздел 1. Обзор области параллельных вычислений	4	1	2	2		2	2							
1.1	Тема 1.1. Обзор области параллельных вычислений		1	2	2		2	2							
2	Раздел 2. Основы параллельного программирования	4	2-3	4	4		2	2							
2.1	Тема 2.1. Основы параллельного программирования		2-3	4	4		2	2							
3	Раздел 3. Многопоточное программирование	4	1-8	24	10	14	20	5	11	4					
3.1	Тема 3.1. Процессы и потоки в многозадачной системе		4	2	2		1	1							
3.2	Тема 3.2. Процессы и синхронизация		5	2	2		1	1							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3.3	Тема 3.3. Блокировки и барьеры		6	2	2		1	1							
3.4	Тема 3.4. Семафоры		7	2	2		1	1							
3.5	Тема 3.5. Мониторы		8	2	2		1	1							
3.6	Лабораторная работа 1. Создание и завершение потоков в интерфейсе POSIX Threads		1	2		2	3		2	1		1	2	3	
3.7	Лабораторная работа 2. Реализация многопоточной обработки двумерных массивов в интерфейсе POSIX Threads		2-3	4		4	4		3	1		2	3	4	
3.8	Лабораторная работа 3. Реализация синхронного доступа к общим данным в задачах параллельной обработки массивов		4-5	4		4	4		3	1		4	5	6	
3.9	Лабораторная работа 4. Использование барьерной синхронизации в задачах параллельной обработки связанных списков		6-7	4		4	4		3	1		6	7	8	
4	Раздел 4. Система PVM	4	8-10	8	4	4	6	2	3	1					
4.1	Тема 4.1. Параллельное программирование на основе PVM		9-10	4	4		2	2							
4.2	Лабораторная работа 5. Реализация взаимодействия параллельно выполняющихся задач на PVM		8-9	4		4	4		3	1		8	9	10	
5	Раздел 5. Параллельное программирование на системах с общей памятью	4	10-13	14	6	8	12	3	5	2	2				
5.1	Тема 5.1 Основы технологии OpenMP		11	2	2		4	2			2				
5.2	Тема 5.2. Управление данными для параллельных потоков и синхронизация доступа к общим данным		12-13	4	4		1	1							12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5.3	Лабораторная работа 6. Реализация параллельной программы сортировки массива с помощью OpenMP		10-11	4		4	3		2	1		10	11	12	
5.4	Лабораторная работа 7. Реализация программы решения СЛАУ методом Гаусса с помощью OpenMP		12-13	4		4	4		3	1		12	13	14	
6	Раздел 6. Параллельное программирование на основе передачи сообщений	4	14-18	20	10	10	14	4	7	3					
6.1	Тема 6.1. Интерфейс передачи сообщений MPI.		14	2	2		3	3							
6.2	Тема 6.2. Парные межпроцессные обмены		15-16	4	4		1	1							
6.3	Тема 6.3. Коллективные взаимодействия		17-18	4	4		1	1							
	Лабораторная работа 8. Знакомство со структурой MPI-программ		14	2		2	2		1	1		14	14	15	
6.4	Лабораторная работа 9. Реализация задачи матрично-векторного умножения с помощью двухточечного обмена MPI		15-16	4		4	4		3	1		15	16	17	
6.5	Лабораторная работа 10. Реализация программы решения СЛАУ методом Гаусса с помощью коллективного обмена MPI		17-18	4		4	4		3	1		17	18	19	
7	Раздел 7. Параллельное программирование многоядерных GPU	4	19-20	8	4	4	8	4	3	1					
7.1	Тема 7.1. Модель программирования в CUDA		19	2	2		2	2							
7.2	Тема 7.2. Реализация в CUDA базовых операций над массивами		20	2	2		2	2							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7.3	Лабораторная работа 11. Реализация операций над массивами с помощью технологии CUDA		19-20	4		4	4		3	1		19	20	20	
	Общая трудоемкость, в часах			80	40	40	64	22	29	11	2	Промежуточная аттестация			
												Форма	Семестр		
												Зачет	4		
												Экзамен			

4.2. Содержание дисциплины

Раздел 1. Обзор области параллельных вычислений

Тема 1.1. Обзор области параллельных вычислений

Суть параллельного программирования. Структуры аппаратного обеспечения. Процессоры и кэш-память. Мультипроцессоры с разделяемой памятью. Мультикомпьютеры с распределённой памятью. Приложения и стили программирования. Итеративный параллелизм: умножение матриц. Рекурсивный параллелизм: адаптивная квадратура. Производители и потребители: каналы ОС UNIX/QNX. Клиенты и серверы: файловые системы. Взаимодействующие равные: распределенное умножение матриц

Раздел 2. Основы параллельного программирования

Тема 2.1. Основы параллельного программирования

Концепция процесса. Определение потока. Понятие ресурса. Организация параллельных программ как системы потоков. Взаимодействие и взаимоисключение потоков. Семафоры. Мониторы. Синхронизация потоков. Условные переменные. Барьерная синхронизация. Взаимоблокировка потоков. Модель программы в виде графа "поток-ресурс". Описание возможных изменений состояния программы. Обнаружение и исключение тупиков.

Раздел 3. Многопоточное программирование

Тема 3.1. Процессы и потоки в многозадачной системе

Определение процесса. Анатомия процесса. Планирование процессов. Управление процессами. Ресурсы процессов. Асинхронные и синхронные процессы. Определение потока. Анатомия потоков. Планирование потоков. Модели создания и функционирования потоков. Управление потоками. Разбиение программы на несколько потоков.

Тема 3.2. Процессы и синхронизация

Состояние, действие, история и свойства. Распараллеливание. Синхронизация. Неделимые действия и операторы ожидания: мелкомодульная неделимость, задание синхронизации. Синхронизация типа "производитель-потребитель". Техника устранения взаимного вмешательства: непересекающиеся множества переменных, ослабленные утверждения, глобальные инварианты.

Тема 3.3. Блокировки и барьеры

Задача критической секции. Критические секции: активные блокировки, решения со справедливой стратегией. Алгоритм разрыва узла. Алгоритм билета. Барьерная синхронизация. Разделяемый счетчик. Флаги и управляющие процессы. Симметричные барьеры. Алгоритмы, параллельные по данным: параллельные префиксные вычисления, операции со связанными списками, сеточные вычисления. Синхронные мультипроцессоры.

Тема 3.4. Семафоры

Основные задачи и методы. Критические секции: взаимное исключение. Барьеры: сигнализирующие события. Производители и потребители: разделенные двоичные семафоры. Кольцевые буферы: учет ресурсов. Распределение ресурсов и планирование.

Тема 3.5. Мониторы

Взаимное исключение. Условные переменные. Дисциплины сигнализации. Кольцевые буферы: базовая условная синхронизация. Читатели и писатели: сигнал оповещения. Распределение ресурсов по схеме "кратчайшее задание": приоритетное ожидание. Планирование работы диска: программные структуры: использование отдельного монитора, использование посредника, использование вложенного монитора.

Лабораторная работа 1. Создание и завершение потоков в интерфейсе POSIX Threads

Лабораторная работа 2. Реализация многопоточной обработки двумерных массивов в интерфейсе POSIX Threads

Лабораторная работа 3. Реализация синхронного доступа к общим данным в задачах параллельной обработки массивов

Лабораторная работа 4. Использование барьерной синхронизации в задачах параллельной обработки связанных списков

Раздел 4. Параллельное программирование на системах с общей памятью

Тема 4.1. Основы технологии OpenMP

Параллельное программирование с использованием OpenMP. Основы технологии OpenMP. Структура OpenMP. Формат директив OpenMP. Выделение параллельно-выполняемых фрагментов программного кода. Директива `parallel` для определения параллельных фрагментов. Основные понятия параллельной программы: фрагмент, область, секция. Параметры директивы `parallel`. Определение времени выполнения параллельной программы. Распределение вычислительной нагрузки между потоками (распараллеливание по данным для циклов). Управление распределением итераций цикла между потоками. Управление порядком выполнения вычислений. Синхронизация вычислений по окончании выполнения цикла. Введение условий при определении параллельных фрагментов (параметр `if` директивы `parallel`).

Тема 5.2. Управление данными для параллельных потоков и синхронизация доступа к общим данным

Управление данными для параллельно-выполняемых потоков. Определение общих и локальных переменных. Совместная обработка локальных переменных (операция редукции). Организация взаимного исключения при использовании общих переменных. Обеспечение атомарности (неделимости) операций. Использование критических секций. Применение переменных семафорного типа (замков). Распределение вычислительной нагрузки между потоками. Расширенные возможности OpenMP. Определение однопоточковых участков для параллельных фрагментов. Выполнение барьерной синхронизации. Синхронизация состояния памяти. Определение постоянных локальных переменных потоков. Управление количеством потоков. Задание динамического режима при создании потоков. Управление вложенностью параллельных фрагментов.

Лабораторная работа 5. Реализация параллельной программы сортировки массива с помощью OpenMP

Лабораторная работа 6. Реализация программы решения СЛАУ методом Гаусса с помощью OpenMP

Раздел 5. Параллельное программирование на основе передачи сообщений

Тема 5.1. Интерфейс передачи сообщений MPI

MPI как стандарт параллельного программирования для систем с распределенной памятью. Принципы организации параллелизма с использованием MPI. Состав MPI. Прием и передача сообщений между отдельными процессами.

Тема 5.2. Парные межпроцессные обмены

Обзор коммуникационных операций типа точка-точка. Семантика парного обмена между процессами. Распределение и использование буферов. Блокирующие коммуникационные операции. Неблокирующие коммуникационные операции.

Тема 5.3. Коллективные взаимодействия

Обзор коллективных операций. Функции сбора блоков данных от всех процессов группы. Функции распределения блоков данных по всем процессам группы. Совмещенные

коллективные операции. Глобальные вычислительные операции над распределенными данными.

Лабораторная работа 7. Знакомство со структурой MPI-программ

Лабораторная работа 8. Реализация задачи матрично-векторного умножения с помощью двухточечного обмена MPI

Лабораторная работа 9. Реализация программы решения СЛАУ методом Гаусса с помощью коллективного обмена MPI

Раздел 6. Параллельное программирование многоядерных GPU

Тема 6.1. Модель программирования в CUDA

Основные понятия. Расширения языка C: спецификаторы функций и переменных, добавленные типы, добавленные переменные, директива вызова ядра. Основы CUDA host API. Атомарные операции в CUDA: атомарные арифметические операции, атомарные побитовые операции.

Тема 6.2. Реализация в CUDA базовых операций над массивами

Параллельная редукция. Реализация нахождения префиксной суммы на CUDA. Использование библиотеки CUDPP для нахождения префиксной суммы. Сортировка: битоническая сортировка, поразрядная сортировка. Использование библиотеки CUDPP

Лабораторная работа 10. Реализация операций над массивами с помощью технологии CUDA

5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины «Технологии параллельного программирования» при проведении аудиторных занятий используется образовательная технология, предусматривающая такие методы и формы изучения материала как лекция, лабораторное занятие, включающие в том числе активные и интерактивные формы занятий:

- проведение интерактивной лекции (Тема 5.1. «Интерфейс передачи сообщений MPI»; Тема 5.3. «Коллективные взаимодействия»);
- проведение лекции проблемного характера (Тема 2.1. «Основы параллельного программирования»);
- проведение работы в парах (Лабораторная работа 8. «Реализация задачи матрично-векторного умножения с помощью двухточечного обмена MPI»; Лабораторная работа 9. «Реализация программы решения СЛАУ методом Гаусса с помощью коллективного обмена MPI»).

Занятия, проводимые в интерактивной форме составляют 25 % от общего количества аудиторных занятий.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации, помощь в написании и отладки программ и др.) и индивидуальную работу студента, выполняемую в том числе в компьютерном классе с выходом в Интернет на факультете вычислительной техники университета.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

- работа с конспектом лекции (обработка текста);
- подготовка к лабораторной работе;
- выполнение индивидуального задания по лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе;
- поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
- подготовка к сдаче зачёта.

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Планируются следующие виды самостоятельной работы:

- подготовка к лабораторным работам занятиям,
- выполнение индивидуального задания,
- оформление отчётов по лабораторным работам,
- подготовка к контрольной работе,
- подготовка к зачету.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

– *Контроль освоения компетенций*

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий: проверка выполнения индивидуального задания на лабораторной работе	Разделы 1 – 7	ОПК-1,2,3,4; ПК-5,7; ПСК-1,2
2	Текущий: собеседование при защите лабораторных работ	Разделы 1 – 7	ОПК-1,2,3,4; ПК-5,7; ПСК-1,2
3	Текущий: проверка выполнения контрольной работы	Разделы 1 – 7	ОПК-1,2,3,4; ПК-5,7; ПСК-1,2
4	Промежуточный: Зачет по результатам выполнения лабораторных работ	Разделы 1 – 7	ОПК-1,2,3,4; ПК-5,7; ПСК-1,2

Демонстрационный вариант контрольной работы

1. Напишите многопоточную рекурсивную программу для реализации алгоритма быстрой сортировки массива из n чисел. Сравните время выполнения программы с аналогичной последовательной программой.
2. Напишите многопоточную программу для реализации алгоритма умножения двух матриц размерностью $n \times n$. Сравните время выполнения программы с аналогичной последовательной программой.
3. Напишите многопоточную программу для реализации алгоритма транспонирования матрицы размерностью $n \times n$, при этом количество потоков кратно n . Сравните время выполнения программы с аналогичной последовательной программой.
4. Даны целочисленные массивы $a[m]$ и $b[n]$, причем и значения в каждом массиве не повторяются. Разработайте многопоточную программу подсчета числа разных значений в обоих массивах. Сравните время выполнения программы с аналогичной последовательной программой.
5. Дано бинарное дерево, представленное связанной структурой: целочисленного значения и указателей на левое и правое поддеревья. Напишите рекурсивную многопоточную программу для вычисления суммы значений всех узлов дерева. Сравните время выполнения программы с аналогичной последовательной программой.

Перечень примерных вопросов к зачёту

1. Суть параллельного программирования.
2. Мультипроцессоры с разделяемой памятью.
3. Мультикомпьютеры с распределённой памятью.
4. Приложения и стили программирования.
5. Концепция процесса.
6. Определение потока.
7. Понятие ресурса.
8. Организация параллельных программ как системы потоков.
9. Взаимодействие и взаимоисключение потоков.
10. Семафоры.
11. Синхронизация потоков.
12. Условные переменные.
13. Барьерная синхронизация.
14. Взаимоблокировка потоков.
15. Параллельное программирование с использованием OpenMP.
16. Управление данными для параллельно-выполняемых потоков.
17. MPI как стандарт параллельного программирования для систем с распределенной памятью.
18. Принципы организации параллелизма с использованием MPI.
19. Прием и передача сообщений между отдельными процессами.
20. Семантика парного обмена между процессами.
21. Блокирующие и неблокирующие коммуникационные операции.
22. Функции сбора блоков данных от всех процессов группы.
23. Функции распределения блоков данных по всем процессам группы.
24. Совмещенные коллективные операции.
25. Глобальные вычислительные операции над распределенными данными.
26. Основы CUDA host API.
27. Атомарные операции в CUDA.
28. Использование библиотеки CUDPP.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Технологии параллельного программирования»

а) основная литература

1. Кольчугина Е.А. Параллельное программирование: Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. (10 экземпляров) http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=4590
2. Линев А. В., Боголепов Д. К., Бастраков С. И. Технология параллельного программирования для процессоров новых архитектур: учебник. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010. (31 экземпляр) http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=13978
3. Немнюгин С.А., Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. . – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. (10 экземпляров)

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=7100

4. Корняков К.В., Мееров И.Б., Сиднев А.А., Сысоев А.В., Шишков А.В. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью. – Учебное пособие / Под ред. проф. В.П. Гергея. Нижегородск. гос. ун-т. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 2010. (30 экземпляров) http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=14058
5. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2010. ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/1260?category_pk=1537&publisher_fk=1028#book_name (число экземпляров неограниченно)
6. Кэйт Грегори, Эйд Миллер. С++ AMP: построение массивно параллельных программ с помощью Microsoft Visual C++. – М.: ДМК Пресс, 2013. ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/69945?category_pk=1537&publisher_fk=1028#authors (число экземпляров неограниченно)
7. Сандерс Дж., Кэндрот Э. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров. – М.: ДМК Пресс, 2011. ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/3029?category_pk=1537&publisher_fk=1028#book_name (число экземпляров неограниченно)
8. Уильямс Э. Параллельное программирование в на С++действии. Практика разработки многопоточных программ. Пер. с англ. Слинкин А.А. – М.: ДМК Пресс, 2012. ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/4813?category_pk=1537&publisher_fk=1028#book_name (число экземпляров неограниченно)
9. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: «Лаборатория знаний», 2015. ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/70745?category_pk=1557#authors (число экземпляров неограниченно)
10. Соснин В.В., Балакшин П.В. Введение в параллельные вычисления. – СПб.: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015. ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/91486?category_pk=1557#authors (число экземпляров неограниченно)

б) дополнительная литература

11. Якововский М. В. Введение в параллельные методы решения задач: Учебное пособие / Предисл.: В. А. Садовничий. – М.: Издательство Московского университета, 2013. ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/73098?category_pk=1557#book_name (число экземпляров неограниченно)

в) программное обеспечение

Все работы выполняются на персональных компьютерах под управлением ОС Ubuntu на языке С++.

и Интернет-ресурсы <http://parallel.ru>, <http://openmp.org>, <http://mpi-forum.org>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Технологии параллельного программирования»

В целях оптимизации учебного процесса студенты используют рабочие места в компьютерном классе, оборудованном локальной сетью и выходом в Internet, имеющиеся в библиотеке учебники. Все лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах.

Рабочая программа дисциплины «Технологии параллельного программирования» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Программу составил:

1. Абрамов И.А., доцент кафедры КТ



Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «Компьютерные технологии»

Протокол № 8^а от « 16 » апреля 2015 года

Зав. кафедрой «Компьютерные технологии» _____ В. И. Горбаченко



Программа одобрена методической комиссией факультета вычислительной техники

Протокол № 5^а от « 17 » апреля 2015 года

Председатель методической комиссии
Факультета вычислительной техники

_____ И.И. Кошлов
(подпись) (Ф.И.О.)



Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов		
			замененных	новых	аннулированных
2015/2016	Переутвердить бу изменений №1 от 31.08.2015. <i>К</i>				