

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета вычислитель-  
ной техники



  
\_\_\_\_\_ Фионова Л. Р.

« 17 » апреля \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.2.8 Вычислительные системы и параллельная обработка данных**

Направление подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика

Профиль Системное программирование и компьютерные технологии

Квалификация (степень) выпускника – Бакалавр

Форма обучения Очная

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «**Вычислительные системы и параллельная обработка данных**» является формирование и развитие у будущих системных программистов общекультурных и профессиональных компетенций, формирование фундаментальных знаний в области концептуальных решений организации параллелизма обработки информации на различных уровнях вычислительных систем, организации внутрипроцессорного параллелизма, многопроцессорных вычислительных систем.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «**Вычислительные системы и параллельная обработка данных**» относится к базовой 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», «Архитектура компьютера», «Технологии параллельного программирования».

Освоение данной дисциплины является основой для последующего прохождения практики, подготовки к итоговой государственной аттестации.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Вычислительные системы и параллельная обработка данных».

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 разработкой параллельных и распределённых программ обработки данных
		Уметь: использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики в процессе разработки параллельных и распределённых программ обработки данных
		Владеть: навыками разработки параллельных и распределённых программ обработки данных 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 параллельной обработки данных и использования их в практической деятельности
		Уметь: приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения области параллельной обработки данных

		Владеть: профессиональными навыками работы с информационными и компьютерными технологиями в научной и познавательной деятельности области параллельной обработки данных
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: основы параллельной обработки данных 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 разработки параллельных и распределённых программ обработки данных
		Владеть: практическими навыками разработки алгоритмических и программных решений в области параллельных и распределённых программ обработки данных
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 параллельной обработки данных
		Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры в области параллельной обработки данных
		Владеть: практическими навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры в области параллельной обработки данных с применением информационно-коммуникационных технологий
ПК-7	способен к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	Знать: особенности разработки и применения алгоритмических и программных решений в области параллельной обработки данных
		Уметь: решать задачи разработки на профессиональном уровне алгоритмических и программных решений в области параллельной обработки данных
		Владеть: практическими навыками разработки алгоритмических и программных решений в области параллельной обработки данных
ПСК-1	способен к формализации и алгоритмизации поставленных задач	Знать: базовые алгоритмы функционирования компьютерных систем параллельной обработки данных
		Уметь: формализовать поставленные задачи и разрабатывать алгоритмы для компьютерных систем параллельной обработки данных

		Владеть: практическими навыками формализации и алгоритмизации поставленных задач в области параллельной обработки данных
ПСК-2	способен к написанию программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными	Знать: языки и библиотеки распараллеливания программного кода
		Уметь: писать параллельный программный код обработки данных
		Владеть: практическими навыками разработки программного кода параллельной обработки данных

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Вычислительные системы и параллельная обработка данных»

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	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 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	<b>Раздел 1. Модели параллельных программ</b>	7	1-2	4	4		2	2							
1.1	Тема 1.1. Модели параллельных программ		1-2	4	4		2	2							
2	<b>Раздел 2. Базовые параллельные методы обработки данных</b>	7	1-6	16	4	12	18	3	12	3					
2.1	Тема 2.1. Базовые параллельные методы обработки данных		3-4	4	4		3	3							
2.2	Лабораторная работа 1. Распараллеливание операций над матрицами		1-2	4		4	5		4	1		1	2	3	
2.3	Лабораторная работа 2. Реализация распределённой обработки связанных списков		3-4	4		4	5		4	1		3	4	5	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2.4	Лабораторная работа 3. Реализация распределённого вычисления интеграла по правилу трапеции		5-6	4		4	5		4	1		5	6	7	
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Сортировка данных</b>	<b>7</b>	<b>5-8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>					
3.1	Тема 3.1. Сортировка данных		5-6	4	4		2	2							
3.2	Лабораторная работа 4. Реализация распределённой сортировки элементов двумерного массива		7-8	4		4	5		4	1		7	8	9	
<b>4</b>	<b>Раздел 4. Генерация псевдослучайных чисел</b>	<b>7</b>	<b>7-8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>2</b>			<b>2</b>				
4.1	Тема 4.1. Генерация псевдослучайных чисел		7-8	4	4		4	2			2				8
<b>5</b>	<b>Раздел 5. Декомпозиция сеточных графов</b>	<b>7</b>	<b>9-10</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>					
5.1	Тема 5.1 Декомпозиция сеточных графов		9-10	4	4		2	2							
5.2	Лабораторная работа 5. Реализация параллельных алгоритмов, использующих графы		9-10	4		4	5		4	1		9	10	11	
<b>6</b>	<b>Раздел 6. Динамическая балансировка загрузки процессоров</b>	<b>7</b>	<b>11-12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>					
6.1	Тема 6.1. Динамическая балансировка загрузки процессоров		11-12	4	4		2	2		0					
6.2	Лабораторная работа 6. Реализация параллельных алгоритмов обработки изображений		11-12	4		4	5		4	1		11	12	13	
<b>7</b>	<b>Раздел 7 Анализ производительности параллельных приложений</b>	<b>7</b>	<b>13-14</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7.1	Тема 7.1. Анализ производительности параллельных приложений		13-14	4	4		2	2							
7.2	Лабораторная работа 7. Реализация распределённого решения системы линейных алгебраических уравнений методом Якоби		13-14	4		4	5		4	1		13	14	15	
	<b>Общая трудоемкость, в часах</b>			<b>56</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>52</b>	<b>15</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>Промежуточная аттестация</b>			
												Форма	Семестр		
												Зачет	7		
												Экзамен			

## 4.2. Содержание дисциплины

### Раздел 1. Модели параллельных программ

#### *Тема 1.1. Модели параллельных программ*

Вычислительные системы с распределённой памятью. Вычислительные системы с общей памятью. Гибридные архитектуры. Модель выполнения параллельной программы на распределённой памяти. Модель выполнения параллельной программы на общей памяти. Средства взаимодействия последовательных процессов.

### Раздел 2. Базовые параллельные методы обработки данных

#### *Тема 2.1. Базовые параллельные методы обработки данных*

Метод сдвигания. Быстрый алгоритм выбора частных сумм. Барьерная синхронизация на основе синхронных обменов. Определение потока. Метод геометрического параллелизма. Метод конвейерного параллелизма. Метод коллективного решения.

**Лабораторная работа 1.** Распараллеливание операций над матрицами

**Лабораторная работа 2.** Реализация распределённой обработки связанных списков

**Лабораторная работа 3.** Реализация распределённого вычисления интеграла по правилу трапеции

### Раздел 3. Сортировка данных

#### *Тема 3.1. Сортировка данных*

Последовательные алгоритмы сортировки. Свойства последовательных алгоритмов сортировки. Масштабируемые алгоритмы сортировки. Сети сортировки. Сеть чётно-нечётной сортировки. Сеть обменной сортировки со слиянием Бэтчера. Сортировка больших массивов. Сравнение алгоритмов сортировки.

**Лабораторная работа 4.** Реализация распределённой сортировки элементов двумерного массива

### Раздел 4. Генерация псевдослучайных чисел

#### *Тема 4.1. Генерация псевдослучайных чисел*

Требования к генераторам псевдослучайных чисел. Линейно-конгруэнтные генераторы. М-последовательности. Проверка примитивности полиномов. Тестирование генераторов псевдослучайных чисел.

### Раздел 5. Декомпозиция сеточных графов

#### *Тема 5.1. Декомпозиция сеточных графов*

Критерии декомпозиции графов: классический критерий декомпозиции графов, выделение обоснованных доменов, минимизация максимальной степени доменов, обеспечение связности графов каждого из доменов. Декомпозиция на основе исходной нумерации узлов. Рекурсивная бисекция. Декомпозиция регулярных графов. Методы декомпозиции произвольных графов: иерархическая декомпозиция, спектральная бисекция, алгоритм инкрементного роста. Декомпозиция больших сеток.

**Лабораторная работа 5.** Реализация параллельных алгоритмов, использующих графы

### Раздел 6. Динамическая балансировка загрузки процессоров

#### *Тема 6.1. Динамическая балансировка загрузки процессоров*

Стратегии балансировки загрузки. Метод диффузионной балансировки. Адаптивное интегрирование: последовательные алгоритмы, параллельные алгоритмы.



**Лабораторная работа 6.** Реализация параллельных алгоритмов обработки изображений

## **Раздел 7. Анализ производительности параллельных приложений**

### **Тема 7.1. Анализ производительности параллельных приложений**

Мотивы и основные концепции производительности: параллелизм против производительности, потоки и процессы, латентность и скорость обработки. Причины потери производительности: накладные расходы, нераспараллеливаемый код, состязания, время простоя. Компромиссы производительности: взаимодействие в зависимости от вычислений, параллелизм в зависимости от памяти, накладные расходы в зависимости от параллелизма. Измерение производительности. Масштабируемая производительность.

**Лабораторная работа 7.** Реализация распределённого решения системы линейных алгебраических уравнений методом Якоби

## **5. Образовательные технологии**

В ходе освоения дисциплины «Вычислительные системы и параллельная обработка данных» 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 2.1. «Базовые параллельные методы обработки данных»);
- проведение лекции проблемного характера (Тема 7.1. «Анализ производительности параллельных приложений»);
- проведение работы в парах (Лабораторная работа 7. «Реализация распределённого решения системы линейных алгебраических уравнений методом Якоби»).

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.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения. возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.  
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,  
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1-2	1.1	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Рассмотреть модели выполнения параллельной программы на распределённой и общей памяти, средства взаимодействия процессов Дополнительно ознакомится с архитектурами параллельных вычислительных систем	<b>2,3,4,5,6,7,9,10,11</b>	<b>2</b>
	2.2	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Изучить функции взаимодействия процессов в интерфейсе передачи сообщений Разработать программу согласно индивидуальному заданию <i>Пример индивидуального задания</i> Задан двумерный массив размерностью $N \times M$ . Сформировать массив $B$ , присвоив $k$ -му элементу 1, если в $k$ -й строке двумерного массива есть хотя бы один отрицательный элемент, иначе присвоить ему значение 0. Подготовить отчёт по лабораторной работе	<b>1, 5, 6, 10</b>	<b>4</b>          <b>1</b>
3-4	2.1	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Рассмотреть параллельные методы обработки данных: метод сдваивания, метод геометрического параллелизма, метод конвейерного параллелизма, метод коллективного решения.	<b>4, 8, 11</b>	<b>3</b>
	2.3	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Изучить подходы распараллеливания операций со связными списками Разработать программу согласно индивидуальному заданию <i>Пример индивидуального задания</i> Вычислить сумму элементов связного списка, не являющиеся простыми Подготовить отчёт по лабораторной работе	<b>5, 6, 10, 12</b>	<b>4</b>          <b>1</b>
5-6	3.1	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Рассмотреть последовательные алгоритмы сортировки, масштабируемые алгоритмы последовательных алгоритмов, сети сортировок, сортировку больших массивов.	<b>4,7,8,11</b>	<b>2</b>

	<b>2.4</b>	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Изучить подходы распараллеливания операций вычисления определённых интегралов Разработать программу согласно индивидуальному заданию <i>Пример индивидуального задания</i> Разработать программу приближённого вычисления определённого интеграла с точностью $\varepsilon$ с помощью стратегии «управляющий – рабочие», используя алгоритм адаптивной квадратуры. Для оценки точности использовать правило Рунге. Подготовить отчёт по лабораторной работе	<b>4,6,8,11</b>	<b>4</b>          <b>1</b>
<b>7-8</b>	<b>3.2</b>	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Изучить принципы параллельной сортировки элементов массива Разработать программу согласно индивидуальному заданию <i>Пример индивидуального задания</i> Упорядочить по убыванию каждую строку матрицы $A(m, n)$ , а после этого перестановкой строк упорядочить всю матрицу по убыванию элементов первого столбца. Подготовить отчёт по лабораторной работе	<b>1, 5, 6, 10</b>	<b>4</b>          <b>1</b>
	<b>4.1</b>	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Рассмотреть требования к генераторам случайных чисел, линейно-конгруэнтные генераторы, способы тестирования генераторов псевдослучайных чисел.	<b>4,7,8,11</b>	<b>2</b>
<b>9-10</b>	<b>5.1</b>	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Рассмотреть критерии декомпозиции графов, декомпозицию регулярных графов, декомпозицию больших сеток, методы декомпозиции произвольных графов. <i>Подготовка к контрольной работе</i> Повторить функции библиотеки POSIX Threads.	<b>4,7,8,11</b>	<b>2</b>
	<b>5.2</b>	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Изучить принципы параллельного распараллеливания операций над графами Разработать программу согласно индивидуальному заданию <i>Пример индивидуального задания</i> Разработать программу, проверяющую заданный оргграф на наличие циклов и при их	<b>5, 6, 10,12</b>	<b>4</b>

			наличии выводящую каждый цикл в виде последовательности вершин циклического пути Подготовить отчёт по лабораторной работе		1
11-12	6.1	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Рассмотреть стратегии балансировки загрузки, метод диффузионной балансировки, последовательные и параллельные алгоритмы адаптивного интегрирования.	4,7,8,11	2
	6.2	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Изучить принципы распараллеливания алгоритмов обработки изображений Разработать программу согласно индивидуальному заданию <i>Пример индивидуального задания</i> Разработать программу, выполняющую сглаживание цветного изображения. Подготовить отчёт по лабораторной работе	5, 6, 10,12	4       1
13-14	7.1	<i>Подготовка к аудиторному занятию</i>	Рассмотреть основные концепции производительности, причины потери производительности, компромиссы производительности, измерение производительности.	4, 7, 8, 11	2
	7.2	<i>Подготовка к лабораторной работе. Выполнение индивидуального задания Оформление отчета по лабораторной работе</i>	Изучить функции парного взаимодействия интерфейса МРІ Разработать программу согласно индивидуальному заданию <i>Пример индивидуального задания</i> Разработать программу решения системы линейных алгебраических уравнений $A^2X=Y^T$ Подготовить отчёт по лабораторной работе	1, 5, 6, 10, 12	4       1

## 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; ПСК-1,2
2	Текущий: собеседование при защите лабораторных работ	Разделы 1 – 7	ОПК-1,2,3,4; ПСК-1,2
3	Текущий: проверка выполнения контрольной работы	Разделы 1 – 7	ОПК-1,2,3,4; ПСК-1,2
4	Промежуточный: Зачет по результатам выполнения лабораторных работ	Разделы 1 – 7	ОПК-1,2,3,4; ПСК-1,2

#### Демонстрационный вариант контрольной работы

1. Напишите MPI-программу для реализации сортировки массива из  $n$  чисел методом слияния. Сравните время выполнения программы с аналогичной последовательной программой.
2. Напишите MPI-программу для реализации алгоритма умножения двух матриц размерностью  $n \times n$ . Сравните время выполнения программы с аналогичной последовательной программой.
3. Напишите MPI-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 MPI-программу подсчета числа разных значений в обоих массивах. Сравните время выполнения программы с аналогичной последовательной программой.
5. Напишите MPI-программу для вычисления суммы простых элементов целочисленного массива. Сравните время выполнения программы с аналогичной последовательной программой.

#### Перечень примерных вопросов к зачёту

1. Вычислительные системы с распределённой памятью.
2. Вычислительные системы с общей памятью.
3. Гибридные вычислительные архитектуры.
4. Модель выполнения параллельной программы на распределённой памяти.

5. Модель выполнения параллельной программы на общей памяти.
6. Средства взаимодействия последовательных процессов.
7. Барьерная синхронизация на основе синхронных обменов.
8. Метод геометрического параллелизма.
9. Метод конвейерного параллелизма.
10. Метод коллективного решения.
- 11 Свойства последовательных алгоритмов сортировки.
12. Масштабируемые алгоритмы сортировки.
13. Сеть чётно-нечётной сортировки.
14. Сеть обменной сортировки со слиянием Бэтчера.
15. Сортировка больших массивов.
16. Линейно-конгруэнтные генераторы псевдослучайных чисел.
17. Тестирование генераторов псевдослучайных чисел.
18. Критерии декомпозиции графов.
19. Декомпозиция регулярных графов.
20. Методы декомпозиции произвольных графов.
21. Декомпозиция больших сеток.
22. Стратегии балансировки загрузки процессоров.
23. Метод диффузионной балансировки процессоров.
24. Мотивы и основные концепции производительности приложений.
25. Причины потери производительности приложений.
26. Компромиссы производительности.
27. Измерение производительности.
28. Масштабируемая производительность.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Вычислительные системы и параллельная обработка данных»

### а) основная литература

1. Саад Ю. Итерационные методы для разреженных линейных систем. В 2-х т.: учеб. пособие. Т. 1. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2013. — 344 с. (30 экземпляров) [http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=15974](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=15974)
2. 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](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=4590)
3. 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](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=13978)
4. Кепнер Дж. Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоузловых вычислительных машин: учеб. пособие / Дж. Кепнер ; под ред. Д. В. Дуброва ; авт. предисл. В. А. Садовничий. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 2013. (30 экземпляров) [http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=15973](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=15973)

5. Якобовский 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](https://e.lanbook.com/book/73098?category_pk=1557#book_name) (число экземпляров неограниченно)
6. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования: Учебное пособие. – М.: "Лаборатория знаний", 2015. ЭБС «Лань», [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=70745](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70745) (число экземпляров неограниченно)
7. Федотов И.Е. Модели параллельного программирования. – М.: СОЛОН-Пресс, 2012. ЭБС «Лань», [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=13807](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=13807) (число экземпляров неограниченно)
8. Лацис А.О. Параллельная обработка данных. – М.: Академия, 2010. ЭБС «Академия» <http://www.academia-moscow.ru/catalogue/4831/38049/> (число экземпляров неограниченно)

б) дополнительная литература

9. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью: учебник / К. В. Корняков и [др.]; под ред. В. П. Гергеля ; Нижегородск. гос. ун-т. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 2010. (30 экземпляров) [http://kleo-patra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=14058](http://kleo-patra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=14058)
10. Архитектура и топологии многопроцессорных вычислительных систем / А. Богданов, В. Корхов, В. Мареев, Е. Станкова: курс лекций. НОУ Интуит <http://www.intuit.ru/studies/courses/45/45/info> (число экземпляров неограниченно)
11. Барский А. Архитектура параллельных вычислительных систем: курс лекций. НОУ Интуит <http://www.intuit.ru/studies/courses/80/80/info> (число экземпляров неограниченно)
12. Гергель В. Основы параллельных вычислений: курс лекций. НОУ Интуит <http://www.intuit.ru/studies/courses/1091/293/info> (число экземпляров неограниченно)в) программное обеспечение

Все работы выполняются на персональных компьютерах под управлением ОС Ubuntu на языке C++ с использованием библиотеки MPI.

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

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Вычислительные системы и параллельная обработка данных»**

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 «Вычислительные системы и параллельная обработка данных» 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<sup>а</sup>

от « 16 » апреля 2015 года

Зав. кафедрой «Компьютерные технологии» \_\_\_\_\_ В. И. Горбаченко



Программа одобрена методической комиссией факультета вычислительной техники

Протокол № 5<sup>а</sup>

от « 17 » апреля 2015 года

Председатель методической комиссии  
Факультета вычислительной техники

\_\_\_\_\_ И.Н. Касилов  
(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 программу № пр. от 31.08.2015 <i>Кв</i>				
2016/2017	Переутвердить программу № пр. от 30.08.2016 <i>Кв</i>				
2016/2017	Переутвердить программу № пр. от 31.08.2017 <i>Кв</i>				