

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Институт радиоэлектроники и информационных технологий

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ Мякинков А.В.

подпись

ФИО

“10” ИЮНЯ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.6.1 Параллельные вычисления**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность: Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2020, 2021

Выпускающая кафедра ВСТ

Кафедра-разработчик ВСТ

Объем дисциплины 108 / 3  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: Мартынов Д.С., старший преподаватель

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом МИНОБР-НАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 929 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 10.06.2021 № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ВСТ протокол от 12.05.2021 № 10

Зав. кафедрой д.т.н, доцент, Жевнерчук Д.В. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, Протокол от 10.06.2021 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 09.03.01-П-50

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Н.И. Кабанина

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1 Цель освоения дисциплины .....	4
1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>5</b>
<b>4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО .....</b>	<b>6</b>
<b>5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
5.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	7
5.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	8
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>12</b>
6.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	12
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	12
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>14</b>
<b>8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>16</b>
8.1 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	16
8.2 ПЕРЕЧЕНЬ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	16
8.3 ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	17
<b>9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>17</b>
<b>10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>18</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
11.1 ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	19
11.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	20
11.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ .....	20
11.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА КУРСОВОЙ РАБОТЕ.....	20
11.5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	20
<b>12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>20</b>
12.1 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	21

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является развитие компетенций в области современных технологий и алгоритмов параллельных вычислений.

### **1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля)**

Дисциплина «Параллельные вычисления» способствует подготовке студентов к решению следующих профессиональных задач:

1. Применение современных инструментальных средств разработки высокопроизводительного программного обеспечения.
2. Реализация параллельных алгоритмов обработки данных в виде законченных программных решений.
3. Анализ и обоснованный выбор архитектур программного обеспечения применительно к решаемым задачам.
4. Построение моделей вычислительных процессов с целью определения возможности распараллеливания процессов обработки данных.
5. Оценка эффективности проектных решений, анализ сложности и трудоемкости коммуникационных задач и задач управления при организации параллельных вычислений.
6. Тестирование и отладка программных систем, в том числе, и распределенных.
7. Изучение плоского профиля программы в целях анализа сложности и трудоемкости отдельных блоков кода.
8. Выявление и устранение взаимных блокировок, гонок и других аномалий.
9. Использование на практике механизмов синхронизации для организации параллельных и распределенных вычислений.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Параллельные вычисления» Б1.В.ДВ.6.1 включена в перечень дисциплин по выбору (запросу студентов) вариативной части дисциплин (формируемой участниками образовательных отношений), направленный на углубление уровня освоения компетенций. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы бакалавриата по направлению «Информатика и вычислительная техника» профиля «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем». Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Параллельные вычисления», являются:

- «Информатика»,
- «Программирование»,
- «Теоретические основы алгоритмизации»,
- «Алгоритмы и структуры данных»,
- «Дискретные структуры».

Дисциплина «Параллельные вычисления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Базы данных», «Организация вычислительных процессов», «Сервис-ориентированные системы», «Разработка клиентских Web-приложений», «Тестирование программного обеспечения», а также для преддипломной практики и выполнения ВКР.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)<sup>i</sup>

Таблица 3.1 - Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>ПКС-1(Способен реализовывать и отлаживать программное обеспечение вычислительных систем)</i>								
Функциональное и логическое программирование								
Тестирование программного обеспечения								
Программирование								
Принципы и методы организации системных программных средств								
Вычислительная математика								
Численные методы в АСО и У								
Технологии программирования								
Параллельные вычисления								
Разработка клиентскихweb-приложений								
UI-дизайн								
Организация вычислительных процессов								
Теория языков программирования и методы трансляции								
Криптографические методы в информационных технологиях								
Технологическая (проектно-технологическая) практика								
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

Таблица 4.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1. Способен реализовывать и отлаживать программное обеспечение вычислительных систем	ИПКС-1.1. Реализует программное обеспечение вычислительных систем ИПКС-1.2. Отлаживает программное обеспечение вычислительных систем	<b>Знать:</b> - технологию разработки алгоритмов и программ; - методы отладки и решения задач на современных многоядерных и распределенных вычислительных системах: супер-ЭВМ, вычислительных кластерах; - принципы построения параллельных вычислительных систем; - пути достижения параллелизма; - примеры параллельных вычислительных систем; - классификацию вычислительных систем; - характеристики типовых схем коммуникации; - характеристики системных платформ для построения кластеров; - методы моделирования и анализа параллельных вычислений; - показатели эффективности параллельных алгоритмов; - принципы разработки параллельных методов; - основы технологии параллельного программирования на основе MPI, OpenMP, CUDA.	<b>Уметь:</b> - строить модели вычислительных процессов с учетом особенностей архитектуры вычислительных систем, на которых планируется использовать разрабатываемое ПО; - использовать прикладные системы программирования и проектирования информационных систем; - создавать проблемно-ориентированные программные системы с учетом особенностей высокопроизводительных вычислительных архитектур; - работать с современными системами программирования, включая средства профилирования и отладки параллельных и распределенных программ.	<b>Владеть:</b> - навыками разработки ПО с помощью современных интегрированных сред; - современными технологиями разработки параллельного и распределенного ПО, такими как MPI, OpenMP, CUDA; - приемами профилирования и отладки многопоточного ПО на платформах, работающих под управлением ОС MS Windows и UNIX/Linux.	Выполнение сквозного индивидуального задания – 20 вариантов	Вопросы для устного собеседования – 20 билетов

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. 108 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблицах 5.1.

Таблица 5.1 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		5 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>55</b>	<b>55</b>
<b>1.1 Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)		
<b>1.2 Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине		
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	<b>45</b>	<b>45</b>
Подготовка к экзамену (контроль)		
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)	<b>8</b>	<b>8</b>

## 5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 5.4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР					
Раздел 1. Принципы построения параллельных вычислительных систем										
ПКС-1, ИПКС-1.1, 1.2	Тема 1.1 Пути достижения параллелизма	1				1	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7], работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Тема 1.2 Моделирование и анализ параллельных вычислений	1				1	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7], работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Тема 1.3 Анализ масштабируемости параллельных вычислений	1				1,5	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7], работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Тема 1.4 Характеристики типовых схем коммуникации в многопроцессорных вычислительных системах	1				1,5	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7], работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Практическое занятие 1.1 Моделирование и анализ параллельных вычислений			4	0,5	3	Работа над сквозным индивидуальным заданием [7.4.1-7.4.4]	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Практическое занятие 1.2 Механизмы управления процессами			4	0,5	3	Работа над сквозным индивидуальным заданием [7.4.1-7.4.4]	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Итого по 1 разделу	4		8	1	11				



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР						
Раздел 2. Технологии параллельных вычислений											
ПКС-1, ИПКС-1.2	Тема 2.1 Механизмы обеспечения параллельных вычислений	1				1	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7], работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.			
	Тема 2.2 Параллельное программирование с использованием технологии MPI	2				1	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7], работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.			
	Тема 2.3 Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP	2				1	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7], работа над сквозным индивидуальным заданием				
	Практическое занятие 2.1 Технологии параллельного программирования			2		3	Работа над сквозным индивидуальным заданием [7.4.1-7.4.4]	Видео-лекция. Лекция-консультация.			
	Практическое занятие 2.2 Параллельное программирование с использованием технологии MPI			4	0,5	3	Работа над сквозным индивидуальным заданием [7.4.1-7.4.4]	Видео-лекция. Лекция-консультация.			
	Практическое занятие 2.3 Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP			4	0,5	3	Работа над сквозным индивидуальным заданием [7.4.1-7.4.4]	Видео-лекция. Лекция-консультация.			
	Итого по 2 разделу	5		10	1	12					
Раздел 3. Параллельные методы матричного умножения											
	Тема 3.1 Постановка задачи и анализ последова-	1				0,5	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7],	Видео-лекция. Лекция-			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР					
	тельного алгоритма						работа над сквозным индивидуальным заданием	консультация.		
	<b>Тема 3.2</b> Умножение матрицы при ленточном разделении данных	1				0,5	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7], работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	<b>Тема 3.3</b> Алгоритм Фокса умножения матриц при блочном разделении данных	1				2	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7], работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	<b>Тема 3.4</b> Алгоритм Кэннона умножения матриц при блочном разделении данных	1				2	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7] работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	<b>Практическое занятие 3.1</b> Умножение матрицы при ленточном разделении данных			4	0,5	3	Работа над сквозным индивидуальным заданием [7.4.1-7.4.4]	Видео-лекция, Видео-консультация		
	<b>Практическое занятие 3.2</b> Алгоритм Фокса умножения матриц при блочном разделении данных			4	0,5	3	Работа над сквозным индивидуальным заданием [7.4.1-7.4.4]	Видео-лекция, Видео-консультация		
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>4</b>		<b>8</b>	<b>1</b>	<b>11</b>				
<b>Раздел 4. Параллельные методы решения систем линейных уравнений</b>										
	<b>Тема 4.1</b> Постановка задачи	1				1	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7] работа над сквозным индивидуальным зада-	Видео-лекция. Лекция-консультация.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции (час)	Лабораторные работы (час)	Практические занятия (час)	КСР					
							нием			
	Тема 4.2 Алгоритм Гаусса	1,5				2	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7] работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Тема 4.3 Метод сопряжение градиент	1,5				2	Подготовка к лекциям [7.1.1–7.1.9, 7.2.1-7.2.7] работа над сквозным индивидуальным заданием	Видео-лекция. Лекция-консультация.		
	Практическое занятие 4.1 Параллельный алгоритм Гаусса решения систем линейных уравнений			4	0,5	3	Работа над сквозным индивидуальным заданием [7.4.1-7.4.4]	Видео-лекция, Видео-консультация		
	Практическое занятие 4.2 Параллельный метод сопряжения градиент для решения систем линейных уравнений			4	0,5	3	Работа над сквозным индивидуальным заданием [7.4.1-7.4.4]	Видео-лекция, Видео-консультация		
	Итого по 4 разделу	4		8	1	11				
	Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)					8				
	Итого за семестр	17		34	4	53				

## 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

### 6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Вычислительные системы и технологии».

### 6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 6.1 - При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен
$40 < R \leq 50$	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6.2 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен реализовывать и отлаживать программное обеспечение вычислительных систем	ИПКС-1.1. Реализует программное обеспечение вычислительных систем ИПКС-1.2. Отлаживает программное обеспечение вычислительных систем	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствует знание о существующей системе классификации вычислительных систем, об основных технологиях организации параллельных и распределенных вычислений. Отсутствует понимание о: - базовых, низкоуровневых механизмах взаимодействия между процессами; - существующих средствах коммуникации между процессами, способах передачи сообщений и синхронизации	Фрагментарные, поверхностные знания о существующей системе классификации вычислительных систем, об основных технологиях организации параллельных и распределенных вычислений. Обладает поверхностными знаниями о: - базовых, низкоуровневых механизмах взаимодействия между процессами; - существующих средствах коммуникации между процессами, способах передачи сообщений и синхронизации	Показывает хорошие знания о существующей системе классификации вычислительных систем, об основных технологиях организации параллельных и распределенных вычислений. Обладает уверенными знаниями о: - базовых, низкоуровневых механизмах взаимодействия между процессами; - существующих средствах коммуникации между процессами, способах передачи сообщений и синхронизации - характеристиках	Имеет глубокие знания о существующей системе классификации вычислительных систем, об основных технологиях организации параллельных и распределенных вычислений. Обладает глубокими знаниями о: - базовых, низкоуровневых механизмах взаимодействия между процессами; - существующих средствах коммуникации между процессами, способах передачи сообщений и синхронизации

		<p>работы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеристиках типовых схем коммуникации;</li> <li>- методах моделирования и анализа параллельных вычислительных систем;</li> <li>- технологиях параллельного программирования на основе OpenMP, MPI, PVM, CUDA;</li> </ul> <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать программы, реализующие параллельные и распределенные вычисления на языках программирования C/C++ и Python;</li> <li>- получать плоский профиль программы, делать анализ относительно выявленных узких мест, давать рекомендации на их устранение;</li> <li>- работать с современными программными инструментами средствами;</li> <li>- использовать прикладные программные системы программирования и проектирования высокопроизводительных вычислительных систем.</li> </ul>	<p>работы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеристиках типовых схем коммуникации;</li> <li>- методах моделирования и анализа параллельных вычислительных систем;</li> <li>- технологиях параллельного программирования на основе OpenMP, MPI, PVM, CUDA;</li> </ul> <p>Отчасти умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать программы, реализующие параллельные и распределенные вычисления на языках программирования C/C++ и Python;</li> <li>- получать плоский профиль программы, делать анализ относительно выявленных узких мест, давать рекомендации на их устранение;</li> <li>- работать с современными программными инструментами средствами;</li> <li>- использовать прикладные программные системы программирования и проектирования высокопроизводительных вычислительных систем.</li> </ul>	<p>типовых схем коммуникации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методах моделирования и анализа параллельных вычислительных систем;</li> <li>- технологиях параллельного программирования на основе OpenMP, MPI, PVM, CUDA;</li> </ul> <p>Уверенно умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать программы, реализующие параллельные и распределенные вычисления на языках программирования C/C++ и Python;</li> <li>- получать плоский профиль программы, делать анализ относительно выявленных узких мест, давать рекомендации на их устранение;</li> <li>- работать с современными программными инструментами средствами;</li> <li>- использовать прикладные программные системы программирования и проектирования высокопроизводительных вычислительных систем.</li> </ul> <p>В состоянии запустить на кластере процесс распределенного решения прикладной задачи. В состоянии выполнить анализ качества существующего проектного решения, дать рекомендации по устранению выявленных дефектов архитектуры, ошибок в выборе технологий параллельного и распределенного программирования.</p>	<p>хронизации работы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеристиках типовых схем коммуникации;</li> <li>- методах моделирования и анализа параллельных вычислительных систем;</li> <li>- технологиях параллельного программирования на основе OpenMP, MPI, PVM, CUDA;</li> </ul> <p>Уверенно умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать программы, реализующие параллельные и распределенные вычисления на языках программирования C/C++ и Python;</li> <li>- получать плоский профиль программы, делать анализ относительно выявленных узких мест, давать рекомендации на их устранение;</li> <li>- работать с современными программными инструментами средствами;</li> <li>- использовать прикладные программные системы программирования и проектирования высокопроизводительных вычислительных систем.</li> </ul> <p>Может не только использовать готовые кластерные системы, но и в состоянии выполнить настройку работы кластера для своей задачи. В состоянии выполнить детальный анализ качества существующего проектного решения, дать рекомендации по устранению выявленных дефектов архитектуры, ошибок в выборе технологий параллельного и распределенного</p>
--	--	--	---	---	--

					программирования.
--	--	--	--	--	-------------------

Таблица 6.3 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература

- 7.1.1. Антонов А.С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: Учеб.пособие. Предисл.: В.А. Садовничий. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 344 с. – (Серия «Суперкомпьютерное образование») ISBN 978-5-211-06343-3
- 7.1.2. Боресков А.Б., Харламов А.А., Марковский Н.Д., Микушин Л.Н., Мортиков Е.В, Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : Учеб.пособие / А.Б. Боресков [и др.]; МГУ им. М.В.Ломоносова. - М. : Изд-во МГУ, 2012. - 334 с. : ил. - (Суперкомпьютерное образование). - Прил.:с.301-328. - Библиогр.:с.297-300. - ISBN 978-5-211-06340-2 : 180-00.
- 7.1.3. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычислительных системах параллельной архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности : Учебник / В.В. Воеводин; МГУ им.М.В.Ломоносова. - 2-е изд.,стер. - М. : Изд-во МГУ, 2010. - 168 с. : ил. - (Суперкомпьютерное образование). - Библиогр.:с.161. - ISBN 978-5-211-05933-7 : 99-00.
- 7.1.4. Гречников Е.А. и др. Вычислительно сложные задачи теории чисел : Учеб.пособие / Е.А. Гречников, С.В. Михайлов, Ю.В. Нестеренко, И.А. Поповян; МГУ им. М.В. Ломоносова. – М.: Изд-во МГУ, 2012. – 310 с. – (Суперкомпьютерное образование). – Библиогр.: с. 303-307. – ISBN 978-5-211-06342-6: 109-00.
- 7.1.5. Лупин С.А. Технологии параллельного программирования : Учеб.пособие / С.А. Лупин, М.А. Посыпкин. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2008. – 208 с.:ил. – (Высшее образование). – Прил.:с.148-205. – Библиогр.:с.147. – ISBN 978-5-8199-0336-0 (ИД»ФОРУМ»); 978-5-16-003155-2(ИНФРА-М) : 156-00.
- 7.1.6. Катаева Л.Ю. и др., Параллельное программирование [Электронные текстовые данные] : Учеб.пособие / Л.Ю. Катаева, Н.А. Романова, С.А. Тарнаева, И.В. Беляев; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 20е изд.;испр. – Н.Новгород : [Б.И.], 2012. – 175 с.: ил. – Прил.: с. 80-172. Библиогр.: с. 173-175. – ISBN 978-5-502-00054-3.

- 7.1.7. Катаева Л.Ю. и др. Параллельное программирование : Учеб.пособие / Л.Ю. Катаева, А.В. Романов, Н.А. Романова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород : [Б.и.], 2011 – 137 с. : ил. – Прил.: 62-134. – Библиогр.: с. 135-136. – ISBN 978-5-93272-964-9: 58-00.
- 7.1.8. Линев А.В. Технологии параллельного программирования для процессоров новых архитектур : Учебник / А.В. Линев, Д.К. Боголепов, С.И. Бастраков; ННГУ им. Н.И. Лобачевского; Под ред. В.П. Гегеля. - М. : Изд-во МГУ, 2010. - 160 с. : ил. - (Суперкомпьютерное образование). - Библиогр.в конце гл. - ISBN 978-5-211-05962-7 : 99-00.
- 7.1.9. Старченко А.В., Данилкин Е.А., Лаева В.И., Проханов С.А. Практикум по методам параллельных вычислений : Учебник / А.В. Старченко [и др.]; Том.гос.ун-т; Под ред. А.В.Старченко. - М. : Изд-во МГУ, 2010. - 200 с. : ил. - (Суперкомпьютерное образование). - Библиогр.:с.194-195. - ISBN 978-5-211-05976-4 : 99-00.

## 7.2 Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

- 7.2.1 Кепнер Дж. Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоузловых вычислительных машин : Учеб.пособие / Кепнер Дж.; Науч.ред. Д.В.Дуров. - М. : Изд-во МГУ, 2013. - 295 с. : ил. - (Суперкомпьютерное образование). - Прил.:с.269-288.-Указ.:с.290-292. - Библиогр.:с.289 и в конце гл. - ISBN 978-5-211-06428-7 : 145-00.
- 7.2.2 Корняков К.В., Кустикова В.Д., Мееров И.Б., Сиднев А.А., Сысоев А.В. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью : Учебник / К.В. Корняков [и др.]; ННГУ им. Н.И. Лобачевского; Под ред. В.П. Гегеля. - 2-е изд., испр.и доп. - М. : Изд-во МГУ, 2010. - 272 с. : ил. - (Суперкомпьютерное образование). - Библиогр.в конце разд. - ISBN 978-5-211-05931-3 : 165-00.
- 7.2.3 Лысков В.Н., Глазунов А.В., Кулямин Д.В., Мортиков Е.В., Степаненко В.М.Суперкомпьютерное моделирование в физике климатической системы : Учеб.пособие / В.Н. Лысков [и др.]; МГУ им. М.В. Ломоносова. - М. : Изд-во МГУ, 2012. - 406 с. : ил. - (Суперкомпьютерное образование). - Библиогр.:с.370-402. - ISBN 978-5-211-06341-9 : 140-00.
- 7.2.4 Онлайн-книга Биллиг, В. А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / Биллиг В. А. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/intuit\\_242.html](https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_242.html) (дата обращения: 21.09.2022). - Режим доступа : по подписке.
- 7.2.5 Онлайн-книга А. Воеводин, В. В. Вычислительная математика и структура алгоритмов : 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычислительных системах параллельной архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности : учебник / Воеводин В. В. - 2-е издание, стереотипное. - Москва : Издательство Московского государственного университета, 2010. - 168 с. (Серия "Суперкомпьютерное образование") - ISBN 978-5-211-05933-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211059337.html> (дата обращения: 21.09.2022). - Режим доступа : по подписке.
- 7.2.6 Онлайн-книга Топорков, В. В. Модели распределенных вычислений / Топорков В. В. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 320 с. - ISBN 5-9221-0495-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104950.html> (дата обращения: 21.09.2022). - Режим доступа : по подписке.
- 7.2.7 Онлайн-книга Савельев, В. А. Распараллеливание программ : учебник / Савельев В. А. , Штейнберг Б. Я. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2008. - 192 с. - ISBN 978-5-9275-0547-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

### 7.3 Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 7.3.1 Научно-технический и научно-производственный журнал Информационные технологии Журнал "Информационные технологии" (novtex.ru).
- 7.3.2 Информационные ресурсы России. Российская ассоциация электронных библиотек. Информационные Ресурсы России — Российская ассоциация электронных библиотек (aselibrary.ru).
- 7.3.3 Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы». Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы» - About journal (jitcs.ru)

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине Параллельные вычисления в электронном варианте находятся на кафедре «Вычислительные системы и технологии», в библиотеке НГТУ им. Р.Е.Алексеева. Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторных работ отправляются на электронные адреса групп:

- 7.4.1 Механизмы управления процессами [Электронные текстовые данные]: метод. указания к практической работе по дисциплине «Параллельные вычисления» для студентов направления подготовки бакалавра 090301 «Информатика и вычислительная техника» дневной формы обучения / НГТУ; Сост.: Д.С. Мартынов. Н.Новгород, 2021, 15 с.
- 7.4.2 Технологии параллельного программирования [Электронные текстовые данные]: метод. указания к практической работе по дисциплине «Параллельные вычисления» для студентов направления подготовки бакалавра 090301 «Информатика и вычислительная техника» дневной формы обучения / НГТУ; Сост.: Д.С. Мартынов. Н.Новгород, 2021, 15 с.
- 7.4.3 Параллельные алгоритмы матричного умножения [Электронные текстовые данные]: метод. указания к практической работе по дисциплине «Параллельные вычисления» для студентов направления подготовки бакалавра 090301 «Информатика и вычислительная техника» дневной формы обучения / НГТУ; Сост.: Д.С. Мартынов. Н.Новгород, 2022, 15 с.
- 7.4.4 Параллельные алгоритмы решения систем линейных уравнений [Электронные текстовые данные]: метод. указания к практической работе по дисциплине «Параллельные вычисления» для студентов направления подготовки бакалавра 090301 «Информатика и вычислительная техника» дневной формы обучения / НГТУ; Сост.: Д.С. Мартынов. Н.Новгород, 2022, 15 с.

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 8.1 Перечень информационных справочных систем

Таблица 8.1 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

### 8.2 Перечень свободно распространяемого программного обеспечения



Таблица 8.2 – Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
-	Adobe Acrobat Reader ( <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a> )
	Linux ( <a href="https://www.linux.com/">https://www.linux.com/</a> )
	OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
	GCC – GNU Compiler Collection – свободно распространяемая коллекция компиляторов для C, C++ ( <a href="https://gcc.gnu.org/">https://gcc.gnu.org/</a> )
	Python 3 ( <a href="https://www.python.org/">https://www.python.org/</a> )
	Командный интерпретатор – python, отладчик – pdb, профилировщик - profile
	Online GDB – онлайн компилятор и отладчик для C/C++, Python ( <a href="https://www.onlinegdb.com/">https://www.onlinegdb.com/</a> )
	Eclipse ( <a href="https://www.eclipse.org/">https://www.eclipse.org/</a> )
	git ( <a href="https://git-scm.com/">https://git-scm.com/</a> ), github ( <a href="https://github.com/">https://github.com/</a> )
	Palanteer ( <a href="https://github.com/dfeneyrou/palanteer">https://github.com/dfeneyrou/palanteer</a> ) Профилировщик для программ на C/C++ и Python, распространяемый по лицензии AGPL v3+
	Редактор блок-схем ( <a href="https://app.diagrams.net/">https://app.diagrams.net/</a> )

### 8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 8.3 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 8.3 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТА	<a href="https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts">https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
3	Каталог паттернов проектирования	<a href="https://refactoring.guru/ru/design-patterns/catalog">https://refactoring.guru/ru/design-patterns/catalog</a>

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 9.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 9.1 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата и проведения лабораторных работ для студентов очного обучения, включает в себя:

1. Компьютерные классы НГТУ им. Р.Е.Алексеева (6 корпус НГТУ, аудитории 6342, 6339), оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов (12 рабочих мест), оборудованных компьютерами:

- процессор: CPU IntelCore i3-2120 3.3 GHz;
- материнская плата: Asus p8h61-M LX2;
- оперативная память: 4 Gb (2\*2Gb) DDR 3;
- жесткий диск: 500 Gb.

с пакетами ПО общего назначения:

- Windows 7;
- Linux;
- Open Office.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата и проведения лабораторных работ для студентов очного, очно-заочного и заочного обучения, включает в себя компьютерные классы

### 1. Ауд. 5412 кафедры «Вычислительные системы и технологии»,

Компьютеры оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов. 6 рабочих мест, включающих моноблоки Lenovo S710 Intel Core i3-3240/4 Gb RAM, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к сети Интернет.

Пакеты ПО (лицензионное): Лицензия Windows OEM (входила в поставку моноблоков)

Пакеты ПО (распространяемое по свободной лицензии):

- GCC – GNU Compiler Collection – свободно распространяемая коллекция компиляторов для C, C++ (<https://gcc.gnu.org/>);
- Python 3.x – язык программирования и средства разработки (<https://python.org/>)
- Eclipse (<https://www.eclipse.org/>)
- Palanteer (<https://github.com/dfeneyrou/palanteer>)
- git (<https://git-scm.com/>)

### 2. Ауд. 5422 кафедры «Вычислительные системы и технологии»,

Компьютеры оснащенные необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения и контроля знаний студентов. 5 рабочих мест, включающих персональные компьютеры Intel Core i5-9400/8 Gb RAM (5 шт.), в составе локальной вычислительной сети, с подключением к сети Интернет.

Пакеты ПО (распространяемое по свободной лицензии):

- Linux Ubuntu 20.04 (<https://releases.ubuntu.com/20.04/>)
- GCC – GNU Compiler Collection – свободно распространяемая коллекция компиляторов для C, C++ (<https://gcc.gnu.org/>);
- Python 3.x – язык программирования и средства разработки (<https://python.org/>)
- Eclipse (<https://www.eclipse.org/>)
- Palanteer (<https://github.com/dfeneyrou/palanteer>)
- git (<https://git-scm.com/>)

Также, для самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- аудитория 6543;
- аудитория 6545 (Проектор Acer – 1шт; ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 11 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета).

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

При преподавании дисциплины «Параллельные вычисления», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса может сопровождаться компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется лично-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выравнивать уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, мессенджеры, Zoom, Discord.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с заданиями, вопросами, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

### **11.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 5.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

### **11.4 Методические указания по освоению дисциплины на курсовой работе**

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

### **11.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 7.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в Разделе 10. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **12.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая выполнение и защита лабораторных работ **для студентов всех форм обучения**. Зачет для студентов очной формы обучения в 5 семестре.

Типовые задания для практических занятий приведены в учебно-методических пособиях по проведению практических занятий.

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета **для студентов всех форм обучения:**

1. В чем заключаются основные способы достижения параллелизма?
2. В чем могут состоять различия параллельных вычислительных систем?
3. Что положено в основу классификации Флинна?
4. В чем состоит принцип разделения многопроцессорных систем на мультипроцессоры и мультимикомпьютеры?
5. Какие классы систем известны для мультипроцессоров? Какова текущая ситуация в области развития технологии мультипроцессорных вычислительных систем?
6. В чем заключаются достоинства и недостатки симметричных мультипроцессоров?
7. Приведите примеры известных мультимикомпьютерных вычислительных систем.
8. В чем заключаются достоинства и недостатки кластерных систем?
9. Какие топологии сетей передачи данных наиболее широко используются при построении кластерных систем?
10. В чем состоят особенности сетей передачи данных для кластеров?
11. Какие основные характеристики сетей передачи данных? Что является «узким местом» для сетей передачи данных?
12. Какие системные платформы могут быть использованы для построения кластеров?
13. Приведите дополнительные примеры параллельных вычислительных систем.
14. Рассмотрите дополнительные способы классификации компьютерных систем.
15. Рассмотрите способы обеспечения когерентности кэш-в памяти в системах с общей разделяемой памятью.
16. Приведите примеры программных библиотек, обеспечивающих выполнение операций передачи данных для систем с распределенной памятью.
17. Опишите достоинства и недостатки топологии сети передачи данных в виде двоичного дерева.
18. Приведите примеры эффективно реализуемых классов задач для каждого типа топологий сети передачи данных.
19. Как определяется модель "операции - операнды"?
20. Как определяется расписание для распределения вычислений между процессорами?
21. Как определяется время выполнения параллельного алгоритма?
22. Какое расписание является оптимальным?
23. Как определить минимально возможное время решения задачи?
24. Что понимается под параконвейером и для чего может оказаться такое понятие?
25. Какие оценки следует использовать в качестве времени последовательного решения задачи?
26. Как определить минимально возможное время параллельного решения задачи по графу "операнды-операции"?
27. Какие зависимости могут быть получены для времени параллельного решения задачи при увеличении или уменьшении числа используемых процессоров?

28. При каком числе процессоров могут быть получены времена выполнения параллельного алгоритма, сопоставимые по порядку с оценками минимально возможного времени решения задачи?
29. Как определяются понятия ускорения и эффективности?
30. Возможно ли достижение сверхлинейного ускорения?
31. В чем состоит противоречивость показателей ускорения и эффективности?
32. Как определяется понятие стоимости вычисления?
33. В чем состоит понятие стоимостно-оптимального алгоритма?
34. В чем заключается проблема распараллеливания последовательного алгоритма суммирования числовых значений?
35. В чем состоит каскадная схема суммирования? С какой целью рассматривается модифицированный вариант данной схемы?
36. В чем состоит различие показателей ускорения и эффективности для рассматриваемых вариантов каскадной схемы суммирования?
37. В чем состоит параллельный алгоритм вычисления всех частных сумм последовательности числовых значений?
38. Как формулируется закон Амдала? Какой аспект параллельных вычислений позволяет учесть данный закон?
39. Какие предположения используются для обоснования закона Густавсона – Барсиса?
40. Как определяется функция изоэффективности?
41. Какой алгоритм является масштабируемым? Приведите примеры методов с разным уровнем масштабируемости.
42. Какие основные характеристики используются для оценки топологии сети передачи данных? Приведите значения характеристик для конкретных типов коммуникационных структур (полный граф, линейка, решетка, кольцо).
43. Какие основные методы применяются при маршрутизации передаваемых по сети данных?
44. В чем состоят основные методы передачи данных?
45. Какие операции передачи данных могут быть выделены в качестве основных?
46. В чем состоят алгоритмы выполнения передачи данных для топологии кольца, решетки, гиперкуба? Какой из алгоритмов является наилучшим по времени выполнения?
47. В чем состоит алгоритм выполнения операции циклического сдвига при организации многопроцессорных вычислений?
48. С какой целью составляются логические топологии? Приведите примеры алгоритмов логического представления структуры коммуникационной сети.
49. Чем отличаются различные модели с точки зрения выполнения операций передачи данных в кластерных системах? Какая модель является более точной? Какая модель может быть использована для предварительного анализа временной трудоемкости коммуникационных операций?
50. Каковы основные этапы проектирования и разработки методов параллельных вычислений?
51. Как определяется модель "подзадачи – вычислений"?
52. Как определяется модель "процессы - каналы"?
53. Какие основные требования должны быть обеспечены при разработке параллельных алгоритмов?
54. В чем состоят основные действия на этапе выделения подзадач?
55. Каковы основные действия на этапе определения информационных зависимостей?
56. В чем состоят основные действия на этапе масштабирования имеющегося набора подзадач?
57. В чем состоят основные действия на этапе распределения подзадач по процессорам вычислительной системы?
58. Как происходит динамическое управление распределением вычислительной нагрузки при помощи схемы "менеджер - исполнитель"?

59. Какой метод параллельных вычислений был разработан для решения гравитационной задачи  $N$  тел?
60. Какой способ выполнения операции обобщенного сбора данных является более эффективным?
61. Какой минимальный набор средств является достаточным для организации параллельных вычислений в системах с распределенной памятью?
62. В чем состоит важность стандартизации средств передачи сообщений?
63. Что следует понимать под параллельной программой?
64. В чем различие понятий процесса и процессора?
65. В чем различие понятий процесса и потока?
66. Какой минимальный набор функций MPI позволяет начать разработку параллельных программ?
67. Как описываются передаваемые сообщения?
68. Как можно организовать прием сообщений от конкретных процессов? От чего зависит процедура приема сообщений?
69. Как определить время выполнения MPI-программы?
70. Технология OpenMP;
71. Пути построения параллелизма при использовании директив OpenMP;
72. Механизмы переключения контекста, используемые на системном уровне при организации параллельных потоков;
73. Директивы OpenMP;
74. Технологии построения суперкомпьютеров;
75. Параллельное программирование на графических процессорах средствами технологии NVIDEO CUDA;
76. Расширения OpenACC.
77. Развертки графа;
78. Макрографы зависимостей;
79. Эквивалентные программы;
80. Преобразования циклов;
81. Распределение цикла;
82. Переупорядочивание операторов;
83. Расщепление операций;
84. Выполнение операций цикла в обратном порядке;
85. Оценивание длины критического пути графа зависимостей;
86. Распределение массивов по модулям памяти.

**Типовые задачи для промежуточной аттестации в форме зачета для студентов очной формы обучения:**

1. Составьте программу решения системы линейных алгебраических уравнений с квадратной невырожденной матрицей порядка  $N$  методом Гаусса.
2. Разработайте модель и выполните оценку показателей ускорения и эффективности параллельных вычислений для задачи скалярного произведения двух векторов
3. Разработайте модель и выполните оценку показателей ускорения и эффективности параллельных вычислений для задачи поиска максимального и минимального значений для заданного набора числовых данных.
4. Разработайте модель и выполните оценку показателей ускорения и эффективности параллельных вычислений для задачи нахождения среднего значения для заданного набора числовых данных.
5. Разработайте модель и выполните полный анализ эффективности параллельных вычислений (ускорение, эффективность, максимально достижимое ускорение, ускорение масштабирования, функция изоэффективности) для задачи умножения матрицы на вектор.

6. Разработайте алгоритмы выполнения основных операций передачи данных для топологии сети в виде 3-мерной решетки.
7. Разработайте алгоритмы выполнения основных операций передачи данных для топологии сети в виде двоичного дерева.
8. Разработайте схему параллельных вычислений для задачи поиска максимального значения среди минимальных элементов строк матрицы.
9. Разработайте схему параллельных вычислений для задачи вычисления определенного интеграла с использованием метода прямоугольников.
10. Разработайте схему параллельных вычислений для задачи умножения матрицы на вектор.
11. Разработайте программу для нахождения минимального (максимально) значения среди элементов вектора.
12. Разработайте программу для вычисления скалярного произведения двух векторов.
13. Выполните реализацию параллельного алгоритма, основанного на ленточном разбиении матрицы на вертикальные полосы.
14. Выполните реализацию параллельного алгоритма, основанного на разбиении матрицы на блоки.
15. Выполните реализацию параллельного алгоритма решения системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
16. Выполните реализацию параллельного алгоритма пузырьковой сортировки.
17. Выполните реализацию параллельного алгоритма быстрой сортировки.
18. Выполните реализацию параллельной схемы алгоритма сортировки слиянием.
19. Выполните реализацию параллельного алгоритма Флойда.
20. Выполните реализацию параллельного алгоритма Прима.
21. Выполните реализацию параллельного алгоритма Кернигана – Лина.
22. Выполните реализацию первого и второго вариантов параллельного алгоритма Гаусса-Зейделя для систем с общей памятью.
23. Выполните реализацию параллельного алгоритма Гаусса-Зейделя при волновой схеме организации вычислений и блочном представлении обрабатываемых данных.
24. Выполните реализацию очереди заданий для параллельного алгоритма Гаусса-Зейделя.
25. Выполните параллельную реализацию алгоритма Эйлера.

В полном объеме оценочные средства имеются на кафедре «Вычислительные системы и технологии». Оценочные средства могут быть получены по требованию.



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института ИРИТ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**  
**«Б1.В.ДВ.6.1 Параллельные вычисления»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность: Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2020, 2021

Курс 3

Семестр 5

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021 г. начала подготовки.

Разработчик (и): Мартынов Д.С.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ВСТ

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ВСТ \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_