

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ЭИТУС  
Белоусов А.В.  
« 28 » 05 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Параллельное программирование**

Направление подготовки:  
09.03.04 Программная инженерия

Направленность программы (профиль, специализация):

Разработка программно-информационных систем

Квалификация (степень)  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники  
и автоматизированных систем

Белгород – 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утверждённого приказа Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. № 920
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ а в им. В.Г. Шухова в 2019 году.

Составитель: к.т.н., доцент (В.М. Поляков)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

(Т.В. Бондаренко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

18 » мая 2019 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент (В.М. Поляков)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент (В.М. Поляков)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

< 18 » мая 2019 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института  
Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 28 » мая 2019 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доцент (А.Н. Семернин)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Разработка программ многообеспечения	ПК-2 Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения автоматизированных систем	ПК-2.1 Анализирует и выбирает необходимую технологию разработки программного обеспечения для решения профессиональных задач	Знания
		ПК-2.3 Использует необходимые стандарты и модели жизненного цикла программного обеспечения при разработке и реализации программного обеспечения	Умения
		ПК-2.4 Применяет языки программирования различного уровня для написания компонентов программных продуктов	Навыки

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 1. Компетенция ПК-2 Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения автоматизированных систем

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Архитектура вычислительных систем
2.	Алгоритмы и структуры данных
3.	Объектно-ориентированное программирование
4.	Компьютерная графика
5.	Методы анализа данных
6.	Теория информации
7.	Технологии Web-программирования
8.	Проектирование клиент-серверных приложений
9.	Параллельное программирование
10.	Программирование микроконтроллеров
11.	Основы искусственного интеллекта
12.	Безопасность программно-информационных систем
13.	Теория автоматов и формальных языков
14.	Основы построения трансляторов
15.	Системы и среды программирования
16.	Программирование на языке Python
17.	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 2 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	55	55
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	—	—
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задания	—	—
Индивидуальное домашнее задание	—	—
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Форма промежуточная аттестация (экзамен)	36	36

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 3 Семестр 6**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Параллельные вычислительные системы</b>					
	Введение в тему. Предмет курса. Классификация вычислительных систем. Оценки производительности вычислительных систем. Базовые архитектурные представления. Понятие «архитектура ВС». Типы архитектур. Классификация процессоров. Системы команд процессоров.	1			1
	Архитектура суперкомпьютеров. Классификация архитектур суперкомпьютеров. Топология сетей связи.	1			1
	Основные принципы программирования параллельных систем. Закон Амдала и его следствия.	1			1
	Общие принципы синхронизации потоков выполнения. Основные проблемы многопоточной синхронизации: гонки, deadlock, и пр.	1			1
	Программирование параллельных систем средствами современных операционных систем.				
<b>2. Параллельные системы с общей памятью</b>					
	Параллельные вычислительные системы с общей памятью: основные особенности, достоинства и недостатки. Примеры реализаций.	1			1
	Общие принципы программирования систем с общей памятью. Обзор инструментальных средств программирования систем с общей памятью.	1			1
	Введение в технологию OpenMP программирования систем с общей памятью. Обзор стандарта OpenMP. Построение программ на основе OpenMP: параллельные и последовательные участки кода.	1		6	8
	Построение программ на основе OpenMP (продолжение): директивы создания параллельных участков кода. Построение программ на основе OpenMP (завершение): межпоточная синхронизация, разделяемые и частные данные. Примеры решения на основе технологии OpenMP.	1		6	7
<b>3. Параллельные системы с распределенной памятью</b>					
	Параллельные вычислительные системы с распределенной памятью: основные особенности, достоинства и недостатки. Примеры реализаций. Аппаратное обеспечение систем с распределенной памятью.	1			1
	Общие принципы программирование систем с распределенной памятью. Обзор инструментальных	1			1

	<p>средств программирования систем с распределенной памятью. Программирование систем с распределенной памятью средствами операционной системы.</p> <p>Введение в технологию MPI программирования систем с распределенной памятью. Построение программ на основе MPI: создание и запуск на выполнение программ MPI. Окружение времени выполнения MPI.</p> <p>Построение программ на основе MPI (продолжение): средства межпоточного взаимодействия, топология межпоточных связей.</p> <p>Построение программ на основе MPI (завершение): средства MPI межпоточной синхронизации. Примеры решения на основе технологии MPI.</p>	1		6	8
	Построение программ на основе MPI (продолжение): средства межпоточного взаимодействия, топология межпоточных связей.	1		6	8
	Построение программ на основе MPI (завершение): средства MPI межпоточной синхронизации. Примеры решения на основе технологии MPI.	1		6	8
<b>4. Суперскалярные параллельные системы</b>					
	<p>Параллельные суперскалярные системы: основные особенности, достоинства и недостатки. Реализация суперскалярной системы на примере NVidia CUDA: принципы построения программ, классы памяти системы.</p> <p>Реализация суперскалярной системы на примере NVidia CUDA(продолжение): блоки потоков, синхронизация потоков, оптимизация.</p> <p>Гибридные параллельные системы: основные направления развития и принципы программирования.</p>	1			1
	Реализация суперскалярной системы на примере NVidia CUDA(продолжение): блоки потоков, синхронизация потоков, оптимизация.	1		4	4
	Гибридные параллельные системы: основные направления развития и принципы программирования.	2			1
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>		<b>34</b>	<b>53</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 7</b>				
1	Параллельные системы с общей памятью	Знакомство с технологией OpenMP	6	6
2	Параллельные системы с общей памятью	Практическое применение технологии OpenMP	6	6
3	Параллельные системы с распределенной памятью	Знакомство с технологией MPI	6	6
4	Параллельные системы с распределенной памятью	Средства MPI обмена сообщениями	6	6
5	Параллельные системы с распределенной памятью	Практическое применение технологии MPI	6	6
6	Суперскалярные параллельные системы	Технология NVidia CUDA	4	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>34</b>
<b>ВСЕГО:</b>				<b>68</b>

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

##### 1. Компетенция ПК-2 Способен использовать различные технологии разработки программного обеспечения автоматизированных систем

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Анализирует и выбирает необходимую технологию разработки программного обеспечения для решения профессиональных задач	защита лабораторной работы, экзамен
ПК-2.3 Использует необходимые стандарты и модели жизненного цикла программного обеспечения при разработке и реализации программного обеспечения	защита лабораторной работы, экзамен
ПК-2.4 Применяет языки программирования различного уровня для написания компонентов программных продуктов	защита лабораторной работы

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Параллельные вычислительные системы	Предпосылки к развитию технологий параллельного программирования Необходимость параллельных вычислений Сдерживающие факторы параллельных вычислений Принципы построения параллельных вычислительных систем Пути достижения параллелизма Различные подходы к классификации вычислительных систем Классификация вычислительных систем «по назначению» Классификация вычислительных систем по модели программирования Классификация Флинна Понятия вычислительного ядра, потока и процесса Симметричные мультипроцессорные системы Технологии программирования систем с общей памятью Массивно-параллельные системы Кластерные вычислительные системы Метакомпьютинг SISD архитектура вычислительных систем

		<p>SIMD архитектура вычислительных систем  MISD архитектура вычислительных систем  MIMD архитектура вычислительных систем  Мультикомпьютеры. Кластеры.  Характеристика типовых схем коммуникации  Характеристики топологии сети</p>
2.	Параллельные системы с общей памятью	<p>OpenMP - модель программирования  OpenMP -Принципы организации параллелизма  OpenMP - Директивы OpenMP  OpenMP -Параллельная область  OpenMP -Конфликт доступа к данным  OpenMP - модель данных, классы переменных  OpenMP -структура и состав  OpenMP - организация ветвления потоков  OpenMP - директива sections  OpenMP - директива for  OpenMP – директива single  OpenMP – директива If  OpenMP - средства синхронизации  OpenMP - опция reduction  OpenMP - директива schedule  OpenMP - синхронизация на базе замков (lock)  OpenMP - Critical - критическая секция  Библиотека функций OpenMP  OpenMP - Переменные окружения  OpenMP - директива for  OpenMP – директива single  OpenMP – директива If  OpenMP - средства синхронизации  OpenMP - опция reduction  OpenMP - директива schedule  OpenMP - синхронизация на базе замков (lock)  OpenMP - Critical - критическая секция  Библиотека функций OpenMP  OpenMP - Переменные окружения</p>
3.	Параллельные системы с распределенной памятью	<p>Классификация кластерных систем  Организация сетевой топологии кластерных систем  MPI - модель программирования  MPI - структура и состав. Модель использования  MPI – Операции передачи данных  MPI – Понятие коммутаторов  MPI – Типы данных  MPI – Виртуальные топологии  MPI – Инициализация и завершение MPI программ  MPI – Определение количества и ранга процессов  MPI – Передача сообщений  MPI – Прием сообщений  MPI – Определение времени выполнения MPI программы  MPI – Коллективные операции передачи данных  MPI – Синхронизация вычислений  MPI – Операции передачи данных между двумя процессорами  MPI – Коллективные операции передачи данных  MPI – Производные типы данных в MPI  MPI – Управление группами процессов и коммутаторами</p>



		MPI – Виртуальные топологии MPI - Общая характеристика среды выполнения MPI программ MPI - понятие коммутатора. Блокирующие/неблокирующие/локальные функции
4.	Суперскалярные параллельные системы	Технология GPGPU, предпосылки к ее возникновению Структура программы на основе технологии CUDA Программная модель технологии CUDA Иерархия и топология потоков технологии CUDA Архитектуры памяти технологии CUDA

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

*Текущий контроль* осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы
Лабораторная работа №1. Знакомство с технологией OpenMP	Цели и задачи процесса планирования. Декомпозиция в планировании Визуализация в планировании Контрольные точки. Методы критического пути.
Лабораторная работа №2. Практическое применение технологии OpenMP	Жизненный цикл программного проекта. Общие определения Этапы жизненного цикла. Типы и примеры современных методов управления проектами
Лабораторная работа №3. Знакомство с технологией MPI	Задачи контроля и мониторинга реализации программных проектов. Управление проектом на основе декомпозиции и контрольных точек
Лабораторная работа №4. Средства MPI обмена сообщениями	Классификация гибких методов управления разработки программных проектов План управления качеством, тестирование Управление качеством проекта
Лабораторная работа №5. Практическое применение технологии MPI	Классификация методов управления командой проекта Гибкие методы управления командой проекта Мотивация и вознаграждение при реализации проектов
Лабораторная работа №6. Технология NVidia CUDA	Структура команды проекта Документирование и коммуникация в проекте Коммуникация команды проекта с внешней средой

**Тестовые задания для промежуточного и итогового контроля**  
**Мультипроцессорная обработка ...**

- выполнение программы сжатия файлов
- работа в браузере

1. одновременное выполнение двух и более процессов (программ) несколькими процессорами вычислительной системы

#### **Параллельный процесс ...**

- печать результатов выполнения программы на принтере
- работа в Интернете

2. совершение процесс, действия которого могут выполняться одновременно

#### **Архитектура суперкомпьютера, в которой каждый процессор имеет собственную оперативную память**

- симметричная

3. асимметричная мультипроцессорная обработка

- последовательная

#### **Быстродействие компьютера - характеристика компьютера, определяемая**

- размером монитора

4. скоростью работы процессора

- операционной системой

#### **Быстродействие процессора измеряется:**

5. тактовой частотой процессора

- операционной системой
- размером жесткого диска

#### **Единица измерения производительности компьютера**

6. мегафлопс

- бит
- Мгерц
- Кбит

#### **Группа компьютеров, объединенных высокоскоростными каналами связи и представляющая с точки зрения пользователя одну многопроцессорную вычислительную машину**

7. кластер

- домен
- парсер

#### **Способы реализации параллелизма**

- SQL-сервер
- парсер

8. SIMD

#### **Сетевая операционная система - операционная система, обеспечивающая**

- просмотр фильмов
- файл-серверную технологию

9. обработку, хранение и передачу данных в информационной сети

#### **Многопроцессорная система - вычислительная система:**

- обеспечивающая работу в Интернете

10. состоящая из нескольких процессоров

- состоящую из нескольких мониторов
- включающая СУБД

#### **Закон Мура**

- обеспечивающая мощность жестких дисков возрастает практически в два раза каждые 18 месяцев
- размеры компьютера уменьшаются в два раза каждые 18 месяцев

11. мощность последовательных процессоров возрастает практически в два раза каждые 18 месяцев

- мощность последовательных процессоров возрастает практически в два раза каждые 10 месяцев

**Ускорение процесса вычислений за счет параллельных вычислений можно определить с использованием**

- закона Мура
- 12. закона Амдаля
- закона когерентности
- латентности сети
- кеша памяти

**Пример параллельной вычислительной системы**

- ноутбук
- 13. кластер

- смартфон
- сканер
- стример

**Пример параллельной вычислительной системы**

- ноутбук
- 14. кластер

- смартфон
- сканер
- стример

**Вычислительное ядро это**

- 15. совокупность программно-аппаратных средств, способных выполнять поток команд
- программа на языке СИ
- системный блок

**Процесс это**

- 16. совокупность ресурсов системы (адресное пространство, дисковое пространство, вычислительные ядра), выделенные для решения некоторой задачи
- совокупность программно-аппаратных средств, способных выполнять поток команд
- программа на языке СИ
- системный блок

**Поток это**

- совокупность программно-аппаратных средств, способных выполнять поток команд
- 17. последовательность инструкций, выполняемых вычислительным ядром в рамках процесса
- программа на языке СИ
- системный блок

**Кластер это**

- 18. группа компьютеров, объединенных в локальную вычислительную сеть (ЛВС) и способных работать в качестве единого вычислительного ресурса
- системный блок
- стример
- парсер

**Суперкомпьютер это**

- 19. вычислительная система, обладающая предельными характеристиками по производительности среди имеющихся в каждый конкретный момент времени компьютерных систем
- системный блок
- стример
- парсер

**Мультипроцессоры это**

- 20. системы с общей разделяемой памятью

- группа компьютеров, объединенных в локальную вычислительную сеть (ЛВС) и способных работать в качестве единого вычислительного ресурса
- системный блок

### **Мультикомпьютеры это**

- системы с общей разделяемой памятью

### **21. системы с распределенной памятью**

- группа компьютеров, объединенных в локальную вычислительную сеть (ЛВС) и способных работать в качестве единого вычислительного ресурса
- системный блок

### **Мултипроцессоры с использованием единой общей памяти (shared memory) ...**

#### **22. обеспечивается однородный доступ к памяти (uniform memory access or UMA)**

- не обеспечивается однородный доступ к памяти
- группа компьютеров, объединенных в локальную вычислительную сеть

### **Проблемы с использованием единой общей памяти мултипроцессора:**

- Доступ с разных процессоров к общим данным и обеспечение, в этой связи, однозначности (когерентности) содержимого разных кэшей (cache coherence problem),
- нельзя выполнять многопоточные программы
- нельзя использовать технологию OpenMP
- не обеспечивается однородный доступ к памяти

### **Проблемы с использованием единой общей памяти мултипроцессора:**

- нельзя выполнять многопоточные программы
- нельзя использовать технологию OpenMP
- Необходимость синхронизации взаимодействия одновременно выполняемых потоков команд
- не обеспечивается однородный доступ к памяти

### **Мултипроцессоры с использованием физически распределенной памяти:**

- возникают проблемы эффективного использования распределенной памяти (время доступа к локальной и удаленной памяти может различаться на несколько порядков).
- обеспечивается однородный доступ к памяти
- общая оперативная память

### **Мултипроцессоры с использованием физически распределенной памяти:**

- упрощаются проблемы создания мултипроцессоров (известны примеры систем с несколькими тысячами процессоров),
- обеспечивается однородный доступ к памяти
- общая оперативная память

### **Мултикомпьютеры...**

- не обеспечивают общий доступ ко всей имеющейся в системах памяти (no-remote memory access or NORMA),
  - обеспечивается однородный доступ к памяти
  - общая оперативная память

### **Мултикомпьютеры...**

- каждый процессор системы может использовать только свою локальную память,
  - обеспечивается однородный доступ к памяти
  - общая оперативная память

### **Мултикомпьютеры...**

- для доступа к данным, располагаемых на других процессорах, необходимо явно выполнить операции передачи сообщений (message passing operations).
  - обеспечивается однородный доступ к памяти
  - общая оперативная память

### **Кластер это**

- множество отдельных компьютеров, объединенных в сеть, для которых при помощи специальных аппаратно-программных средств обеспечивается возможность

унифицированного управления (single system image), надежного функционирования (availability) и эффективного использования (performance)

- системный блок
- стример

#### **Топология сети передачи данных кольцо это**

- данная топология получается из линейки процессоров соединением первого и последнего процессоров линейки
- система, в которой все процессоры имеют линии связи с некоторым управляющим процессором
- данная топология представляет частный случай структуры решетки, когда по каждой размерности сетки имеется только два процессора.

#### **Топология сети передачи данных звезда это**

- данная топология получается из линейки процессоров соединением первого и последнего процессоров линейки
- система, в которой все процессоры имеют линии связи с некоторым управляющим процессором
- данная топология представляет частный случай структуры решетки, когда по каждой размерности сетки имеется только два процессора.

#### **Топология сети передачи данных гиперкуб это**

- данная топология получается из линейки процессоров соединением первого и последнего процессоров линейки
- система, в которой все процессоры имеют линии связи с некоторым управляющим процессором
- данная топология представляет частный случай структуры решетки, когда по каждой размерности сетки имеется только два процессора.

#### **Топология сети передачи данных решетка это**

- данная топология получается из линейки процессоров соединением первого и последнего процессоров линейки
- система, в которой все процессоры имеют линии связи с некоторым управляющим процессором
- система, в которой граф линий связи образует прямоугольную сетку

#### **Топология сети передачи данных полный граф это**

- система, в которой между любой парой процессоров существует прямая линия связи
- система, в которой все процессоры имеют линии связи с некоторым управляющим процессором
- данная топология представляет частный случай структуры решетки, когда по каждой размерности сетки имеется только два процессора.

#### **Топология сети передачи данных линейка это**

- система, в которой все процессоры перенумерованы по порядку и каждый процессор, кроме первого и последнего, имеет линии связи только с двумя соседними
- система, в которой все процессоры имеют линии связи с некоторым управляющим процессором
- данная топология представляет частный случай структуры решетки, когда по каждой размерности сетки имеется только два процессора.

***Критерии оценки лабораторной работы:*** лабораторная работа считается защищенной, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме дифференцированного зачета.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий параллельного программирования
	Знает технологию, стандарт, методологию построения программ на основе OpenMP, MPI; NVidia CUDA: принципы построения программ, классы памяти системы, блоки потоков, синхронизация потоков
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач с использованием технологий параллельного программирования
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками использования методов и технологий параллельного программирования, на примере, OpenMP, MPI; NVidia CUDA
	Самостоятельность выполнения задач в области параллельного программирования с помощью технологий OpenMP, MPI; NVidia CUDA

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий параллельного программирования	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знает технологию, стандарт, методологию построения программ на основе OpenMP, MPI; NVidia CUDA: принципы построения программ, классы памяти системы, блоки потоков, синхронизация потоков	Не знает технологию, стандарт, методологию построения программ на основе OpenMP, MPI; NVidia CUDA: принципы построения программ, классы памяти системы, блоки потоков, синхронизация потоков	Знает недостаточно хорошо классификацию и характеристики методов управления программными проектами; плохо знает методологии управления проектами PMI, XP, Agile, Kanban, TDD	Знает хорошо технологию, стандарт, методологию построения программ на основе OpenMP, MPI; NVidia CUDA: принципы построения программ, классы памяти системы, блоки потоков, синхронизация потоков, но	Знает технологию, стандарт, методологию построения программ на основе OpenMP, MPI; NVidia CUDA: принципы построения программ, классы памяти системы, блоки потоков, синхронизация потоков

			допускает ошибки	
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач с использованием технологий параллельного программирования	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач с использованием технологий параллельного программирования	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач, связанных с использованием параллельного программирования	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с использованием параллельного программирования, но допускает ошибки	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с использованием параллельного программирования
Умение проверять решение и анализировать результаты	Не умеет решать и анализировать результаты программной реализации решения с использованием технологий параллельного программирования	Умеет, с посторонней помощью, решать и анализировать результаты программной реализации решения с использованием технологий	Умеет решать и анализировать результаты программной реализации решения с использованием технологий параллельного программирования, но	Умеет решать и анализировать результаты программной реализации решения с использованием технологий параллельного программирования

		параллельного программирования	допускает и исправляет самостоятельно о ошибки	
--	--	--------------------------------	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками использования методов и технологий параллельного программирования, на примере, OpenMP, MPI; NVidia CUDA	Не владеет навыками использования методов и технологий параллельного программирования, на примере, OpenMP, MPI; NVidia CUDA	Не достаточно хорошо владеет методами и технологий параллельного программирования, на примере, OpenMP, MPI; NVidia CUDA	Владеет навыками использования методов и технологий параллельного программирования, на примере, OpenMP, MPI; NVidia CUDA	Профессионально владеет навыками использования методов и технологий параллельного программирования, на примере, OpenMP, MPI; NVidia CUDA
Самостоятельность выполнения задач в области параллельного программирования с помощью технологий OpenMP, MPI; NVidia CUDA	Не может самостоятельно выполнять решение задач в области параллельного программирования с помощью технологий OpenMP, MPI; NVidia CUDA	Выполняет решение задач в области параллельного программирования с помощью технологий OpenMP, MPI; NVidia CUDA с посторонней помощью	При решении задач в области параллельного программирования с помощью технологий OpenMP, MPI; NVidia CUDA иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет решение задач в области параллельного программирования с помощью технологий OpenMP, MPI; NVidia CUDA



## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition».	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 20.07.2019
4.	Среды программирования Microsoft Visual Studio Code, Dev C++ или CodeBlocks.	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Утилиты Putty.exe и WinSCP.exe	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6.	MPICH – среда для выполнения MPI-программ	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7.	nvcc– транслятор для выполнения CUDA-программ	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

1. Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью. OpenMP: учебное пособие / С. Б. Арыков, М. А. Городничев, Г. А. Щукин. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 95 с. — ISBN 978-5-7782-3796-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99203.html>

2. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Боресков [и др.]. — М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015. — 336 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54647.html>

3. Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью. OpenMP: учебное пособие / С. Б. Арыков, М. А. Городничев, Г. А. Щукин. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 95 с. — ISBN 978-5-7782-3796-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99203.html>

4. Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы / И. Е. Федотов. — Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2018. — 390 с. — ISBN 978-5-91359-222-4. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90420.html>

5. Николаев Е.И. Параллельные вычисления [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 185 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66086.html>

6. Федотов И.Е. Приемы параллельного программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие. — М.: Российский новый университет, 2009. — 184 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21300.html>

### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>

## УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2020 /2021 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № 8 заседания кафедры от «21» 04 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (Поляков В.М.)  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ (Белоусов А.В.)  
подпись, ФИО

## УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2021/2022 учебный год  
без изменений

Протокол № 9/1 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

подпись, ФИО

*Полков В.М.*

Директор института \_\_\_\_\_

подпись, ФИО

*Белюсов А.В.*

## УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2022 /2023 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № 10 заседания кафедры от «20» 05 2022 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Поляков В.М.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2023/2024 учебный год без изменений.

Протокол № 8 заседания кафедры от « 4 » мая 2023 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Поляков В.М.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО