

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Системы параллельных вычислений Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Системный анализ и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Еникеев Р.Р.

**Рецензент(ы):** Латыпов Р.Х.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Латыпов Р. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, б.с. Еникеев Р.Р. (кафедра системного анализа и информационных технологий, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), renikeev@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат, фундаментальные концепции и системные методологии, международные и профессиональные стандарты в области информационных технологий
ПК-4	Способность решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского и производственного коллектива

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- понимать принципы построения и функционирования аппаратно-программных комплексов, предназначенных для проведения параллельных вычислений

Должен уметь:

- ориентироваться в аппаратном и программном обеспечении параллельных систем

Должен владеть:

- теоретическими знаниями о построении и программировании параллельных систем

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания в своей профессиональной деятельности

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии (Системный анализ и информационные технологии)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Архитектуры компьютеров параллельного действия	7	6	0	3	12
2.	Тема 2. Сети межсоединений	7	6	0	3	12
3.	Тема 3. Производительность СПВ	7	4	0	2	8
4.	Тема 4. Программное обеспечение	7	4	0	2	8
5.	Тема 5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы	7	4	0	2	8
6.	Тема 6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы	7	4	0	2	0
7.	Тема 7. ПО для многомашинных систем	7	4	0	2	0
8.	Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений	7	4	0	2	6
	Итого		36	0	18	54

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Архитектуры компьютеров параллельного действия

Архитектура ЭВМ: память, процессор, системная шина, кэш-память, регистры, магнитные диски, твердотельные накопители, RAID-массив.

Параллельное выполнение последовательных программ: конвейеры в ЦП и в памяти, суперскалярные процессоры.

Архитектуры компьютеров параллельного действия: основные задачи, многопроцессорные и многомашинные системы, принципы конструирования и функционирования.

###### Тема 2. Сети межсоединений

Сети межсоединений: построение эффективных сетей передачи данных для осуществления взаимодействия вычислительных устройств и памяти в системах параллельных вычислений.

Эффективное соединение процессоров и памяти в многопроцессорных системах.

Эффективное соединение компьютеров в многомашинных системах.

###### Тема 3. Производительность СПВ

Производительность систем параллельных вычислений и эффективность параллельных компьютеров: оценка пиковой производительности параллельной системы, методы достижения пиковой производительности, асимптотика. Закон Амдала и теоретическая оценка максимального ускорения программы путем распараллеливания.

Тесты для измерения реальной производительности.

###### Тема 4. Программное обеспечение

Программное обеспечение: способы построения параллельного программного обеспечения, модели управления, вычислительные парадигмы, методы коммуникации.

Создание процессов, потоков и их различия.

Примитивы синхронизации: мьютексы, семафоры, события, атомарные переменные, состояние гонки и дедлоки.

Разработка параллельных структур данных.

###### Тема 5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы

Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы: классификация Флинна, однопроцессорные системы, системы с векторными процессорами, мультипроцессорные системы с памятью общего использования, UMA SMP, когерентность кешей, UMA с коммутируемой сетью межсоединений, NUMA, COMA.

#### **Тема 6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы**

Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы. Многомашинные системы с передачей сообщений, массивно-параллельные системы, кластеры и сети рабочих станций, программное обеспечение для управления многомашинными системами, коммерческие сети межсоединений.

Распределенные системы.

#### **Тема 7. ПО для многомашинных систем**

ПО для многомашинных систем, связанное ПО для многомашинных систем, системы PVM и MPI, совместно используемая память, распределенная совместно используемая память, системы "Linda" и "Orca".

MPI для распределенных систем: концепция работы, блокирующая и неблокирующая посылка сообщений, передача сообщений точка-точка и широковещательная рассылка, ранги процессов.

#### **Тема 8. Большие задачи параллельных вычислений**

Большие задачи параллельных вычислений: климатические и аэродинамические модели, вычислительная математика, цикл моделирования, граф алгоритма.

Применение параллелизма в задачах физики, химии, биологии, медицины.

Параллелизм в системах управления базами данных, интернет-серверах запросов (WWW, DNS, FTP).

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

#### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Компьютерная программа	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-4, ПК-7, ПК-8	4. Программное обеспечение
2	Компьютерная программа	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-4, ПК-7, ПК-8	5. Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы
3	Компьютерная программа	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-4, ПК-7, ПК-8	6. Классификация компьютеров параллельного действия, многомашинные системы 7. ПО для многомашинных систем
	<b>Зачет</b>	ПК-2, ПК-4	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Компьютерная программа	Высокий уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача полностью решена.	Хороший уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача в основном решена.	Удовлетворительный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача решена частично.	Недостаточный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача не решена.	1 2 3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 7

##### Текущий контроль

##### 1. Компьютерная программа

##### Тема 4

Задание: разработка многопоточного приложения с помощью C++11 threads

1. Вычисление значения интеграла методом трапеции.
2. Реализация параллельной сортировки.
3. Реализация параллельного перемножения матрицы.
4. Разработка потокобезопасной очереди.
5. Разработка потокобезопасного списка.
6. Разработка потокобезопасного стека.
7. Разработка пула потоков.
8. Создание программы, реализующей корректное досрочное завершение потока.



9. Разработка программы, использующей примитивы синхронизации, для решения задачи "обедающих философов".
10. Разработка системы конвейерной обработки данных.

Каждое решение должно быть эффективным, избегать взаимной блокировки, корректно обрабатывать исключения, использовать RAII.

## 2. Компьютерная программа

Тема 5

Задание: написание приложений с использованием OpenMP:

1. Вычисление значений интеграла с помощью метода прямоугольников.
2. Вычисление значений интеграла с помощью метода Монте-Карло.
3. Нахождение суммы элементов в массиве
4. Нахождение максимального элемента в массиве
5. Разработка модифицированного алгоритма сортировки пузырьком.
6. Реализация параллельного транспонирования матрицы.
7. Написание программы для параллельного перемножения матриц.
8. Параллельная реализация задачи вычисления частичных сумм с помощью OpenMP.
9. Подсчет частоты появления символов
10. Реализация параллельного алгоритма Дейкстры.

## 3. Компьютерная программа

Темы 6, 7

Задание: разработка ПО для распределенных систем, используя MPI:

1. Вычисление значения интеграла методом прямоугольников
2. Нахождение значения интеграла с совместным использованием OpenMP и MPI
3. Вычисление значения интеграла с совместным использованием C++11 threads и MPI
4. Реализация редукции при топологии "звезда"
5. Разработка программы для редукции при топологии "кольцо"
6. Написание приложения редукции схемой "бабочка"
7. Реализация стратегии master-slave
8. Разработка программы для аппроксимации функции
9. Написание приложения интерполяции функции
10. Реализация редукции при топологии "гиперкуб"

Каждое решение должно быть эффективным, избегать взаимной блокировки, корректно обрабатывать исключения.

## Зачет

Вопросы к зачету:

1. OpenMP.
2. MPI.
3. Архитектура параллельного компьютера. Классификация Флинна.
4. Ускорение ( $Sp(N)$ ), эффективность ( $Ep(N)$ ). Закон Амдала.
5. Мьютекс. Взаимоблокировки и способы их избегания. Гранулярность.
6. RAII. lock\_guard, unique\_lock.
7. Условные переменные. Атомарные операции и типы.
8. Методы распределения работы между потоками. Конвейер.
9. Проектирование параллельных структур данных, используя мьютексы. Инварианты. Сериализация.
10. Завершение потока. Точки прерывания (cancellation/interruption points).
11. Факторы, влияющие на производительность параллельного кода: количество процессоров, перебрасывание кэша, ложное разделение (false sharing).
12. Линия кэша. Локальность данных. Недостатки разбросанных данных.
13. Проектирование структур данных для повышения производительности многопоточной программы. Матрицы, распределение элементов матрицы между потоками при перемножении.
14. Проектирование структур данных для повышения производительности многопоточной программы. Эффективное хранения древовидной структуры данных.
15. Проектирование структур данных для повышения производительности многопоточной программы. Проверка существования проблемы ложного разделения (добавление padding?а).
16. Исключения. Безопасность относительно исключений в параллельной программе.
17. Пулы потоков. Пример пула на C++11.
18. Функциональное программирование (ФП). Отличия от императивного программирования. ФП и параллелизм. ФП в python.
19. NVidia CUDA. Устройство памяти и модель выполнения.

## 20. POSIX threads.

### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Компьютерная программа	Обучающиеся самостоятельно составляют программу на определённом языке программирования в соответствии с заданием. Программа сдаётся преподавателю в электронном виде. Оценивается реализация алгоритмов на языке программирования, достижение заданного результата.	1	16
		2	16
		3	18
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Сырецкий, Г. А. Информатика. Фундаментальный курс. Том II. Информационные технологии и системы /Г. А. Сырецкий. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 848 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=350042>

2. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: Учебник / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 512 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=552537>

3. Эффективное программирование современных микропроцессоров /МарковаВ.П., КиреевС.Е., ОстапкевичМ.Б. и др. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 148 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548254>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Федотова Е. Л. Прикладные информационные технологии: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, Е.М. Портнов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=392462>

2. Быкова, В. В. Теоретические основы анализа параметризованных алгоритмов [Электронный ресурс] : Монография / В. В. Быкова. - Красноярск: Сиб. Федер. Ун-т, 2011. - 180 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/bookread.php?book=441165>

3. Архитектура ЭВМ: Учебное пособие / В.Д. Колдаев, С.А. Лупин. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 384 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=424016>



## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Википедия - <http://ru.wikipedia.org/>

Интернет-журнал по ИТ - <http://www.rsdn.ru>

Интернет-портал с образовательными материалами по ИТ - <http://www.intuit.ru>

Портал информационных ресурсов по параллельным вычислениям - <http://parallel.ru/info/sites.html>

Форум по технологиям параллельных вычислений - <http://www.mpi-forum.org/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Изучить архитектуру и классификацию параллельных систем. Изучить закон Амдала и следствие из него. Понимать разницу между многопроцессным и параллельным программированием. Изучить, что такое состояние гонки. Изучить мьютексы и способы его использования для предотвращения состояния гонки. Изучить, что такое взаимные блокировки и способы их избежания. Изучить многопроцессное программирование с помощью библиотеки thread C++11. Изучить параллельное программирование на OpenMP. Изучить библиотеку MPI для распределенного программирования.
лабораторные работы	Научиться использовать библиотеку OpenMP для решения параллельных задач. Научиться распараллеливать итерации цикла, которые не связаны друг с другом. Научиться синхронизировать доступ к общей переменной с помощью критической секции и атомарных операций. Научиться избегать состояния гонки с помощью мьютексов. Научиться использовать библиотеку MPI для распределенного программирования
самостоятельная работа	Изучить прагмы, функции и переменные окружения OpenMP. Научиться использовать их на практике. Изучить основные понятия библиотеки C++ thread: thread, mutex, lock_guard. Научиться писать параллельный код, который позволяет избегать состояния гонки и взаимоблокировки. Изучить библиотеку MPI и научиться использовать ее на практике.
компьютерная программа	Научиться разбивать цикла на несвязные итерации и распараллеливать с помощью OpenMP. Научиться измерять время выполнения параллельных программ для оценки целесообразности использования распараллеливания. Научиться писать код, который избегает взаимной блокировки и состояния гонки. Написание распределенных систем с помощью MPI.
зачет	Изучить теорию по данному курсу: архитектура и классификация параллельных систем, многопроцессное и параллельное программирование, защита доступа к общим данным, синхронизация действий, состояние гонки, взаимная блокировка, библиотеки OpenMP, MPI, thread C++11. Подготовка компьютерных программ по каждой изученной теме: вычисление частичных сумм и задачу о философах.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Системы параллельных вычислений" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Системы параллельных вычислений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" и профилю подготовки "Системный анализ и информационные технологии".