

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

  
КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ДЕПАРТАМЕНТ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
(ДО КФУ)

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Современные высокопроизводительные вычислительные системы Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Специальные радиотехнические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Хуторова О.Г.

**Рецензент(ы):**

Тептин Г.М.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 652217

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Хуторова О.Г. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем ,  
Olga.Khutorova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Курс предназначен для подготовки специалистов по компьютерным информационным системам и содержит сведения об архитектуре современных высокопроизводительных систем, организации параллельного программирования

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Цикл (раздел) ООП, к которому относится данная дисциплина - Б3.ДВ6

Входные курсы: информатика, языки программирования, высшая математики, численные методы и математическое моделирование.

Требования к знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей) - знания архитектуры персональных компьютеров и компьютерных сетей; умение эксплуатировать современную вычислительную технику, умение пользоваться современными алгоритмами, численными методами и методами программирования.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии
ОК-14 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области информатики и современных информационных технологий, программными средствами и навыками работы в компьютерных сетях, использованию баз данных и ресурсов Интернета
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью к владению компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий для решения задач в области радиотехники, радиоэлектроники и радиофизики (в соответствии с профилизацией)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

понимать возможности высокопроизводительных вычислительных систем, принципы их работы

2. должен уметь:

обладать теоретическими знаниями об архитектуре суперкомпьютеров, их топологии, организации коммуникации.

3. должен владеть:

навыками реализации методов параллельного программирования, используя современные средства и библиотеки.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение.	7	1-3	6	0	0	Дискуссия
2.	Тема 2. Архитектура современных многопроцессорных вычислительных систем.	7	4-7	8	0	0	Дискуссия
3.	Тема 3. Программная организация высокопроизводительных вычислительных систем.	7	8-12	10	0	18	Творческое задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Практика программирования с использованием современных библиотек.	7	13-18	0	0	18	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			24	0	36	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение.

#### *лекционное занятие (6 часа(ов)):*

Введение. Высокопроизводительные вычислительные системы и области их применения. Производительность вычислительных систем.

### Тема 2. Архитектура современных многопроцессорных вычислительных систем.

#### *лекционное занятие (8 часа(ов)):*

Архитектура современных многопроцессорных вычислительных систем.

### Тема 3. Программная организация высокопроизводительных вычислительных систем.

#### *лекционное занятие (10 часа(ов)):*

Программная организация высокопроизводительных вычислительных систем. Законы Амдала. Декомпозиция (тривиальная, функциональная, по данным). Планирование коммуникаций.

#### *лабораторная работа (18 часа(ов)):*

Операционные системы, работа в кластере. Операционная система Linux. Файловая система и процессы Linux. Доступ к кластеру (протокол SSH). Программная организация высокопроизводительных вычислительных систем в Linux.

### Тема 4. Практика программирования с использованием современных библиотек.

#### *лабораторная работа (18 часа(ов)):*

Практика программирования с использованием современных библиотек на примере OpenMP. Директивы препроцессора. Функции OpenMP. Общая и разделяемая память. Многопоточность.

## 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение.	7	1-3	Обзор материала по теме "Высокопроизводительные вычислительные системы и области их применения. Прои	6	дискуссия

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Архитектура современных многопроцессорных вычислительных систем.	7	4-7	Обзор материала по теме "Архитектура современных многопроцессорных вычислительных систем"	8	дискуссия
3.	Тема 3. Программная организация высокопроизводительных вычислительных систем.	7	8-12	подготовка к творческому заданию	16	творческое задание
4.	Тема 4. Практика программирования с использованием современных библиотек.	7	13-18	подготовка к контрольной работе	18	контрольная работа
	Итого				48	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активно - интерактивная форма работы на кластере параллельных вычислений в реальных условиях современной операционной системы, выполнение практических заданий, объяснение результатов.

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

### Тема 1. Введение.

дискуссия , примерные вопросы:

Темы дискуссии: Высокопроизводительные вычислительные системы и области их применения. Производительность вычислительных систем. TOP 500. Оценка производительности вычислительных систем. Основные способы достижения параллелизма. Иерархия памяти в вычислительных системах.

### Тема 2. Архитектура современных многопроцессорных вычислительных систем.

дискуссия , примерные вопросы:

Темы дискуссии: Архитектура современных многопроцессорных вычислительных систем. Классификация вычислительных систем по Флинну. Основные классы современных параллельных компьютеров. Статические топологии сетей передачи данных при построении многопроцессорных систем. Динамические топологии сетей передачи данных.

### Тема 3. Программная организация высокопроизводительных вычислительных систем.

творческое задание , примерные вопросы:

Обсуждение индивидуальных творческих заданий по темам: Операционные системы, работа в кластере. Программная организация высокопроизводительных вычислительных систем. Организация параллельных вычислений. Модели вычислений. Законы Амдала. Разработка параллельного алгоритма. Показатели эффективности параллельного алгоритма. Специализированные языки и библиотеки для параллельных вычислений.

### Тема 4. Практика программирования с использованием современных библиотек.

контрольная работа , примерные вопросы:

Темы лабораторных работ: 1. Вычисление суммы элементов вектора. Параллельная реализация с OpenMP 2. Вычисление суммы элементов двумерного массива. Параллельная реализация с OpenMP 3. Вычисление интеграла методом прямоугольников с заданной точностью. Параллельная реализация с OpenMP. 4. Вычисление интеграла методом трапеций с заданной точностью. Параллельная реализация с OpenMP. 5. Вычисление интеграла методом Симпсона с заданной точностью. Параллельная реализация с OpenMP. 6. Вычисление двумерного интеграла с заданной точностью. Параллельная реализация с OpenMP. 7. Обращение матрицы. Параллельная реализация с OpenMP. 8. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса. Параллельная реализация с OpenMP. 9. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона. Параллельная реализация с OpenMP. 10. Решение систем нелинейных уравнений методом Зейделя. Параллельная реализация с OpenMP. 11. Фурье преобразование сигнала. Параллельная реализация с OpenMP. 12. Вейвлет преобразование сигнала. Параллельная реализация с OpenMP. 13. Свертка сигнала. Параллельная реализация с OpenMP.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Компетенции, указанные в п.3 программы нарабатываются путем изучения литературы, посещения лекций, участия в дискуссии, выполнения творческого задания и решения задач, данных преподавателем.

Творческое задание выполняется студентом по заданной теме. В рамках задания студент изучает источники и формулирует актуальные на данный момент темы, которые нужно обсудить для того, чтобы приобрести уверенность в вопросах применения на практике знаний о высокопроизводительных вычислительных системах.

Лабораторная работа, заданная преподавателем выполняется на кластере параллельных вычислений каф. радиоастрономии, после выполнения студент оформляет отчет. Отчет должен содержать цель работы, задачу работы, решение этой задачи и выводы.

Общее количество баллов - 100

Работа в семестре - 50

Посещаемость и активная работа - 10

Выполнение индивидуального задания лабораторной работы - 20

Выполнение домашнего задания - 20 баллов

Зачет - 50 баллов

Вопросы к зачету:

Основные способы достижения параллелизма

Иерархия памяти в вычислительных системах

Классификация вычислительных систем по Флинну.

Оценка производительности вычислительных систем.

Основные классы современных параллельных компьютеров

Статические топологии сетей передачи данных при построении многопроцессорных систем

Динамические топологии сетей передачи данных

Организация параллельных вычислений

Модели вычислений

Законы Амдала

Разработка параллельного алгоритма

Показатели эффективности параллельного алгоритма

Специализированные языки и библиотеки для параллельных вычислений

для систем с общей памятью

для систем с распределенной памятью



### 7.1. Основная литература:

1. Тептин Г. М., Хуторова О. Г., Зинин Д. П. Введение в современные высокопроизводительные вычислительные системы: учебно-методическое пособие. [Изд. 2-е, испр.]. 2015. - Режим доступа: [http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22175/06\\_45\\_001012.pdf](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22175/06_45_001012.pdf)
2. Топорков, В.В. Модели распределенных вычислений [Электронный ресурс] : монография. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2011. ? 319 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2339](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2339)
3. Современные проблемы информатики и вычислительной техники: Учебное пособие / Л.Г. Гагарина, А.А. Петров. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 368 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0442-8, 1000 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=203313>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Кандаурова, Н. В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. (Курс лекций и лабораторный практикум) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. В. Кандаурова, С. В. Яковлев, В. П. Яковлев и др. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2013. - 344 с. : ил. - ISBN 978-5-9765-1109-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=466100>
2. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / В. П. Гергель ; Б-ка Нижегор. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского . - Москва : Изд-во Московского университета [и др.], 2010 . - 539
3. Периферийные устройства вычислительной техники: Учебное пособие / Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (п) ISBN 978-5-91134-594-5, 700 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=424031>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Experimental Parallel Algorithmics - <http://www.umiacs.umd.edu/research/EXPAR/>  
Рейтинг суперкомпьютеров СНГ - <http://top50.supercomputers.ru/>  
Рейтинг суперкомпьютеров TOP500 - <http://www.top500.org/>  
сайт о параллельных технологиях - <http://www.parallel.ru/>  
сайт проф. Хуторовой О.Г. - <http://old.kpfu.ru/f6/index.php?id=12&idm=2&num=29>

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современные высокопроизводительные вычислительные системы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Компьютерный класс с мультимедиапроектором, ноутбуком и экраном.

Кластер параллельных вычислений с доступом по локальной сети

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Специальные радиотехнические системы .

Автор(ы):

Хуторова О.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Тептин Г.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.