

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



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Параллельное и последовательное программирование Б1.В.ОД.5

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Александрова И.Л.

**Рецензент(ы):**

Бахтиева Л.У.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Плещинский Н. Б.

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

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

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

Регистрационный No 927315

Казань  
2015

## **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) ассистент, б/с Александрова И.Л. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики ,  
1Irina.Alexandrova@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины - познакомить студентов с технологиями параллельного программирования, изучить основные принципы распараллеливания программ, привить студентам навыки программирования с использованием технологии MPI, OpenMP.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина В.2 "Параллельное и последовательное программирование" относится к профессиональному циклу дисциплин, предназначена для магистров первого года обучения . Считается, что студент хорошо владеет языком программирования C++, умеет разрабатывать алгоритмы для решения простейших математических задач, владеет какой-либо IDE.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способность и готовностью к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способность свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения; способность к активной социальной мобильности
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способность использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способность разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий по профильной направленности ООП магистратуры
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способность работать в международных проектах по тематике специализации
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способность проводить семинарские и практические занятия с обучающимися, а также лекционные занятия спецкурсов по профилю специализации

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью разрабатывать учебно-методические комплексы для электронного и мобильного обучения

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

архитектуру параллельных компьютеров

2. должен уметь:

разбивать программу на независимые процессы

3. должен владеть:

технологиями параллельного программирования MPI и OpenMP.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

разработки эффективных программ для выполнения на многопроцессорных системах;

адаптации готовых программ под многопроцессорные системы.

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен во 2 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. Параллелизм и его использование	2	1-5	0	0	5	домашнее задание
2.	Тема 2. Технология программирования OpenMP	2	6-10	0	0	5	контрольная работа домашнее задание
3.	Тема 3. Технология программирования MPI	2	11-15	0	0	5	контрольная работа домашнее 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. Гибридная модель параллельного программирования	2	16-18	0	0	3	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
	Итого			0	0	18	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Параллелизм и его использование

#### лабораторная работа (5 часа(ов)):

Графы информационных зависимостей. Концепция неограниченного параллелизма. Крупноблочное распараллеливание. Низкоуровневое распараллеливание. Оценка эффективности параллельных вычислений. Параллельные алгоритмы решения задач линейной алгебры.

### Тема 2. Технология программирования OpenMP

#### лабораторная работа (5 часа(ов)):

Основные конструкции, работа с переменными, распараллеливание циклов, параллельные секции, критические секции, атомарные операции, операции синхронизации.

### Тема 3. Технология программирования MPI

#### лабораторная работа (5 часа(ов)):

Общие функции, функции приема/передачи сообщений между процессами. Функции коллективного взаимодействия процессов, создания пользовательских операций, работа с группами процессов. Пересылка разнотипных данных, производные типы данных, упаковка данных.

### Тема 4. Гибридная модель параллельного программирования

#### лабораторная работа (3 часа(ов)):

Совместное использование технологий программирования MPI, OpenMP

## 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. Параллелизм и его использование	2	1-5	подготовка домашнего задания	15	домашнее задание
2.	Тема 2. Технология программирования OpenMP	2	6-10	подготовка домашнего задания	9	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Технология программирования MPI	2	11-15	подготовка домашнего задания	9	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
4.	Тема 4. Гибридная модель параллельного программирования	2	16-18	подготовка к отчету	9	отчет
	Итого				54	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой

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

### Тема 1. Параллелизм и его использование

домашнее задание , примерные вопросы:

Построение графа информационных зависимостей Параллельный алгоритм умножения двух матриц

### Тема 2. Технология программирования OpenMP

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания на общие и защищенные переменные, разграничение доступа к переменным, конструкции разделения работ не итерационного типа, конструкции разделения работ итерационного типа, операции синхронизации работ.

контрольная работа , примерные вопросы:

Параллельная программа вычисления определенного интеграла по заданной квадратурной формуле с использованием всех изученных возможностей технологии OpenMP

### Тема 3. Технология программирования MPI

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания на взаимодействие процессов типа "точка-точка", коллективное взаимодействие процессов, группы коммутаторов, пересылку разнотипных данных

контрольная работа , примерные вопросы:

Параллельная программа вычисления определенного интеграла по заданной квадратурной формуле с использованием всех изученных возможностей технологии MPI

### Тема 4. Гибридная модель параллельного программирования

отчет , примерные вопросы:

Параллельная программа решения СЛАУ одним из предложенных итерационных методов с использованием всех изученных возможностей технологий OpenMP и MPI. Сравнить время работы последовательной и параллельной программы, найти ускорение, эффективность. Подготовить отчет.

### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

1. Способы параллельной обработки данных.



2. Закон Амдала, гипотеза Минского.
3. Ускорение и эффективность.
4. Информационная зависимость. Граф информационных зависимостей.
5. Концепция неограниченного параллелизма.
6. Крупноблочное распараллеливание.
7. Низкоуровневое распараллеливание. Разбиение итераций цикла.
8. Технология программирования OpenMP.
9. Система программирования MPI. (Общие функции. Функции передачи сообщений. Тупиковые ситуации. Коллективные взаимодействия процессов. Пересылка разнотипных данных.)
10. Гибридная модель параллельного программирования.

### 7.1. Основная литература:

1. Антонов, А.С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / А. С. Антонов; МГУ им. М. В. Ломоносова. - Москва: Изд-во Московского университета, 2012. - 339 с.
2. Кепнер, Джереми. Параллельное программирование в среде MATLAB для многоядерных и многоузловых вычислительных машин: [учебное пособие] / Джереми Кепнер; науч. ред. Д. В. Дубров. - Москва: Изд-во Московского университета, 2013. - 292, [2] с.: ил.; 25 см. (Серия "Суперкомпьютерное образование"). (Суперкомпьютерный консорциум университетов России). - Библиогр. в конце гл. - Указ.: с. 290-292. - ISBN 978-5-211-06428-7 ((в пер.)), 1800.
3. INMOST- программная платформа и графическая среда для разработки параллельных численных моделей на сетках общего вида: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / Ю. В. Василевский [и др.]; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Москва: Изд-во Московского университета, 2013. - 138, [2] с.: ил., цв. ил.; 21 см. (Серия "Суперкомпьютерное образование"). (Суперкомпьютерный консорциум университетов России). - Содерж., рез. парал. рус., англ. - Библиогр.: с. 132-137. - Предм. указ.: с. 138. - ISBN 978-5-211-06480-5 ((в пер.)), 2000.
4. Демидович Б.П. Марон И.А. Основы вычислительной математики. - СПб.: Лань, 2011. - 672 с.  
<http://e.lanbook.com/view/book/2025/>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Боресков А.В. Параллельные вычисления на GPU: архитектура и программная модель CUDA: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / [А. В. Боресков и др.; предисл. В. А. Садовничий]; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - Москва: Изд-во Московского университета, 2012. - 332 с.
2. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования / К.Ю. Богачев. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2003. - 342 с.
3. Федотова Е. Л. Прикладные информационные технологии: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, Е.М. Портнов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=392462>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

MPI Documents, user's guide - <http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html>

OpenMP Specifications - <http://openmp.org/>

The Message Passing Interface (MPI) standard - <http://www.mcs.anl.gov/mpi/index.html>

Портал по параллельным вычислениям - <http://parallel.ru/>

Суперкомпьютеры - <http://supercomputers.ru/>

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

Освоение дисциплины "Параллельное и последовательное программирование" 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.

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Наличие в компьютерном классе среды разработки программ на языке C/C++.

Наличие в компьютерном классе установленного пакета mpich или HPC Pack.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Математическое моделирование .



Автор(ы):

Александрова И.Л. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Бахтиева Л.У. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.