

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет  
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан \_\_\_\_\_ Матросов В.В.

« 29 » \_\_\_\_\_ июня 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**

ФТД.В.02 Параллельное и распределенное  
программирование

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования  
специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность  
10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы  
Системы подвижной цифровой защищенной связи

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

специалист

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2018

## 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Параллельное и распределенное программирование» относится к факультетам основной профессиональной образовательной программы по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», преподается в 8 семестре.

Целью дисциплины «Параллельное и распределенное программирование» является освоение базовых знаний по вопросам организации параллельных вычислительных систем, а также основных технологий организации параллельных вычислений на многопроцессорных вычислительных комплексах с распределенной или общей оперативной памятью.

Объектами изучения в данной дисциплине являются: основные принципы организации параллельной обработки данных; модели, методы и технологии параллельного программирования; средства и методы отладки параллельных приложений; библиотеки, надстройки к компиляторам для создания параллельных приложений.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление с основными направлениями в области организации параллельных вычислений на многопроцессорных вычислительных системах;
- изучение технологий параллельного программирования;
- приобретение навыков параллельного программирования с использованием интерфейса передачи сообщений;
- изучение технологий параллельного программирования на системах с общей оперативной памятью;
- приобретение навыков распараллеливания алгоритмов;
- подготовка студентов к изучению других дисциплин по информационным технологиям.

**Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-5. Способность применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач.  (этап освоения: базовый)	31 (ОПК-5) Знать основные методологические принципы и методы исследовательской деятельности, взаимосвязи методов научного исследования различных видов человеческого знания; понятия и структуры научной школы, научного сообщества, научной сферы общества; структуры и специфики научной деятельности; основы составления научных текстов и критерии научной информации. 32 (ОПК-5) Знать и понимать фундаментальные концепции, углубленные теоретические и практические понятия и методы в области информационных технологий и прикладной математики. У1 (ОПК-5) Уметь выявлять проблему, на решение которой будет направлено предстоящее исследование, выбирать метод исследования, обрабатывать

	<p>полученные результаты и готовить отчет как завершающую стадию исследовательской деятельности.</p> <p>У2 (ОПК-5) Уметь применять современный математический аппарат, использовать углубленные теоретические и практические понятия из области информационных технологий и прикладной математики.</p> <p>В1 (ОПК-5) Получить опыт использования средств информационных технологий, позволяющих самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности, новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение.</p> <p>В2 (ОПК-5) Получить опыт применения и совершенствования современной методологии и фундаментальных концепций в области информационных технологий и прикладной математики.</p>
--	--

## 2. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия семинарского типа, в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости, 1 час – мероприятия промежуточной аттестации), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

### Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров	6		2		2	4
2. Парадигмы, модели и технологии параллельного программирования	40		20		20	20
3. Основные понятия параллелизма алгоритмов	25		10		10	15
В т.ч. текущий контроль	2		2		2	
Промежуточная аттестация – зачет						

### 3. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии: проблемный метод изложения материала и диалогичная форма проведения занятий. Семинарские занятия предусматривают использование проекционной аппаратуры для презентации таблиц, схем, рисунков и фотографий, а также работу в компьютерном классе.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор материала семинарских занятий,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- составление алгоритмов и программирование на компьютере при решении задач

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения опроса.

#### Примеры контрольных заданий:

3-1. Дана двумерная матрица размерности  $(n,m)$ , где  $n > 100$ ,  $m > 50$ . Найти сумму диагональных элементов, сумму всех элементов матрицы, транспонировать матрицу и построить зависимость коэффициента ускорения от числа ядер (поток) на узле.

3-2. Дан двумерный массив размерности  $(n,m)$ , где  $n > 100$ ,  $m > 50$ . Отсортировать данный массив методом сортировки Шелла и построить зависимость коэффициента ускорения от числа ядер (поток) на узле.

В-1. Векторная и конвейерная обработка данных.

В-2. Многопроцессорная и многомашинная, параллельная обработка данных.

### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ОПК-5. Способность применять программные средства системного и прикладного назначения, языки, методы и инструментальные средства программирования для решения профессиональных задач.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	Не зачтено		Зачтено				
Знать основные методологические принципы и методы исследовательской деятельности, взаи-	Отсутствие необходимых знаний	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых	Знание основного материала с рядом за-	Знание основного материала с незначительными	Знание основного материала без ошибок и по-	Знание основного и дополнительного

мосвязи методов научного исследования различных видов человеческого знания; понятия и структуры научной школы, научного сообщества, научной сферы общества; структуры и специфики научной деятельности; основы составления научных текстов и критерии научной информации.			ошибок	метных погрешностей	погрешностями	грешностей	материала без ошибок и погрешностей
Уметь выявлять проблему, на решение которой будет направлено предстоящее исследование, выбирать метод исследования, обрабатывать полученные результаты и готовить отчет как завершающую стадию исследовательской деятельности. Владение навыками проектирования исследовательской деятельности	Полное отсутствие требуемых умений	Грубые ошибки при попытках применить умения	Негрубые ошибки при попытках применить умения	Заметные погрешности при попытках применить умения	Незначительные погрешности при попытках применить умения	Применение умений без погрешностей	Применение умений без погрешностей и их развитие за рамки программы курса
Получить опыт использования средств информационных технологий, позволяющих самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности, новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение.	Полное отсутствие необходимых навыков	Фрагментарное владение навыками	Наличие минимальных навыков	Владение навыками с заметными погрешностями	Владение навыками с незначительными погрешностями	Владение навыками без погрешностей	Владение навыками без погрешностей, а также развитие навыков за рамками программы курса
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20%	21 – 50%	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способность студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении задачи по параллельному программированию (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка «не зачтено» ставится при отсутствии необходимых знаний, умений и навыков либо при наличии грубых ошибок при ответе на вопросы, демонстрации умений и навыков. Оценка «зачтено» ставится в остальных случаях.

## 5.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется индивидуальное собеседование (ОПК-5).

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ОПК-5).

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ОПК-5).

## 5.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Векторная и конвейерная обработка данных.
2. Многопроцессорная и многомашинная, параллельная обработка данных.
3. Оценки производительности вычислительных систем.
4. Производительность кластера – латентность, пропускная способность.
5. Классификация многопроцессорных вычислительных систем.
6. Системы с распределенной, общей памятью, примеры систем.
7. Массивно-параллельные системы (MPP).
8. Симметричные мультипроцессорные системы (SMP).
9. Параллельные векторные системы (PVP).
10. Системы с неоднородным доступом к памяти (Numa), примеры систем.
11. Компьютерные кластеры
12. Организация межпроцессорных связей – коммуникационные топологии.
13. Парадигмы параллельного программирования.
14. Модели параллельного программирования.

15. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI. Библиотека MPI.
16. Инициализация и завершение MPI-приложения. Обмены данными между процессами MPI-программы.
17. Коллективные взаимодействия процессов в MPI. Управление группами и коммутаторами в MPI.
18. Стандарты программирования для систем с разделяемой памятью. Создание многопоточных приложений.
19. Синхронизация данных между ветвями в параллельной программе. Директивы языка OpenMP.
20. Гибридные модели программирования SMP-систем. Передача данных между узлами кластера функциями MPI, обмен данными внутри узла между ядрами процессора через потоки OpenMP.
21. Классификация ошибок параллельных программ. Особенности отладки параллельных приложений.
22. Степень параллелизма численного алгоритма. Закон Амдала.

Для оценки сформированности компетенций используются контрольные задания, примеры которых приведены в пункте 5.

**Полный комплект оценочных средств представлен в ФОНДЕ оценочных средств по дисциплине «Параллельное и распределенное программирование»**

#### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем: Пер. с англ. М.: Мир, 1991. 367с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, 1975.

б) дополнительная литература:

1. Березин И.С. Методы вычислений / Березин И.С., Жидков Н.П. М.: Физматгиз, 1966. Т.1.
2. Валях Е. Последовательно-параллельные вычисления / Пер. с англ. М.: Мир, 1985. 456с.
3. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. - 548 с.
4. Таненбаум Э. Архитектура компьютера // СПб, Изд-во «Питер», 2002 г
5. Форсайт Дж. Машинные методы математических вычислений / Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. М.: Мир, 1980.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Microsoft Visual Studio

Microsoft MPI

<http://cyberleninka.ru>

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>

[www.parallel.ru](http://www.parallel.ru)

[www-unix.mcs.anl.gov/mpi/tutorial](http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/tutorial)

<http://www.informika.ru/text/teach/topolog/index.htm>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Автор \_\_\_\_\_ Жуков С.Н.

Рецензент \_\_\_\_\_ Демин И.Ю.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» июня 2020 года, протокол № 03/20.