

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 23.08.2023 15:40:20  
Уникальный программный ключ:  
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaaedebee849

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Дагестанский государственный технический университет»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина Теория параллельных вычислений,  
наименование дисциплины по ОПОП

для направления (специальности)

09.04.04 - Программная инженерия,

по профилю Магистерская программа

(специализации, программе)

Разработка программно-информационных систем,

факультет магистерской подготовки,

наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра

управление и информатика в технических системах и вычислительная техника .

наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Форма обучения

очная, заочная, курс 2, семестр 3.

очная, очно-заочная, заочная

г. Махачкала 2019

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 09.04.04 - Программная инженерия с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по профилю магистерской программы «Разработка программно-информационных систем»

Разработчик

Магомедов И.А. к.т.н., доцент

« 06 » 09 2019 г.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры ПОВТИАС от 28.06.2019года, протокол № 10.

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю)

Айгумов Т.Г., к.э.н.

« 06 » 09 2019 г.

Программа одобрена на заседании Методического Совета факультета по направлению подготовки 09.04.04 - Программная инженерия, факультета магистерской подготовки от 12.09.2019года, протокол № 1.

Председатель Методического Совета факультета

Исабекова Т.И., к.ф.-м.н., доцент

« 12 » 09 2019 г.

Декан факультета

Ашуралиева Р.К.

Начальник УО

Магомаева Э.В.

И.о. начальника УМУ

Гусейнов М.Р.

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

1.1. В результате изучения дисциплины студент должен приобрести: знания о принципах формализации предметной области программного проекта и разработки спецификации для компонентов программного продукта, формальном представлении алгоритмов и программ, алгоритмов параллельной обработки, средств их представления,

1.2. Задачи изучения дисциплины: методы отображения алгоритмов на регулярные матричные структуры и отображения матричных структур в среду процессорных элементов; технологии распределенной обработки данных; инструментальных средствах исследования объектов профессиональной деятельности; технологии программирования параллельных программ.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теория параллельны вычислений» относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана. Программа базируется на дисциплинах: машинно-зависимые языки программирования, сети и телекоммуникации.

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при изучении дисциплины «Программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем» и выполнении магистерских диссертаций по данной тематике.

Основными видами текущего контроля знаний являются контрольные работы и практические задания по каждой теме.

Основным видом рубежного контроля знаний является экзамен.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) " Теория параллельны вычислений " .

Студент после изучения дисциплины «Теория параллельны вычислений» должен обладать следующими компетенциями:

ПК-2.	Владение методами программной реализации распределенных информационных систем	ПК-2.1. Знать методы программной реализации распределенных информационных систем ПК-2.2. Уметь использовать методы программной реализации распределенных информационных систем
ПК-10.	Владение навыками программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем.	ПК-10.1. Знает методы программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем. ПК-10.2. Умеет использовать методы программной реализации систем с параллельной обработкой данных и высокопроизводительных систем.

#### 4. Объем и содержание дисциплины (модуля) «Теория параллельны вычислений»

<b>Форма обучения</b>	<b>очная</b>	<b>очно-заочная</b>	<b>заочная</b>
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	6 / 216	-	6 / 216
Семестр	3	-	-
Лекции, час	17	-	6
Практические занятия, час	-	-	-
Лабораторные занятия, час	17	-	6
Самостоятельная работа, час	146	-	195
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	3	-	3
Зачет (при заочной форме <b>4 часа</b> отводится на контроль)	-	-	-
Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах <b>1 ЗЕТ – 36 часов</b> , при заочной форме <b>9 часов</b> отводится на контроль)	36	-	9

#### 4.1. Содержание дисциплины (модуля) «Теория параллельны вычислений»

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы	Очная форма				Очно-заочная форма				Заочная форма			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР
1.	Системы с распределенной, общей памятью, примеры систем. Массивно-параллельные системы (MPP). Компьютерные кластеры – специализированные и полнофункциональные. Основные принципы организации параллельной обработки данных: модели, методы и технологии параллельного программирования.	2		2	19		0	0	0	2	0		20
2.	Симметричные мультипроцессорные системы (SMP). Параллельные векторные системы (PVP). Системы с неоднородным доступом к памяти (Numa), примеры систем. Классификация Флинна и т.д.	2		2	10		0	0	0	2			15
3.	Организация межпроцессорных связей – коммуникационные топологии. Примеры сетевых решений для создания кластерных систем.	2		2	10		0	0	0				15
4.	Функциональный параллелизм, параллелизм по данным. Парадигма master-slave. Парадигма SPMD. Модель обмена сообщениями – MPI. Модель общей памяти – OpenMP.	2		2	10		0	0	0	2		2	15
5.	Концепция виртуальной, разделяемой памяти – Linda. Российские разработки – Т-система, система DVM. Проблемы создания средства автоматического распараллеливания программ.	2		2	20								15
6.	Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI. Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP). Использование многопоточности при программировании для многоядерных платформ.	2		2	20							2	26

7.	Библиотека MPI. Модель SIMD. Инициализация и завершение MPI-приложения. Точечные обмены данными между процессами MPI-программы. Режимы буферизации. Управление группами и коммуникаторами в MPI.	2		2	20								30
8.	Введение в OpenMP. Стандарты программирования для систем с разделяемой памятью. Создание многопоточных приложений. Синхронизация данных между ветвями в параллельной программе. Директивы языка OpenMP.	2		2	17							2	30
9.	Параллельное программирование многоядерных GPU. Кластеры из GPU и суперкомпьютеры на гибридной схеме. Существующие многоядерные системы. GPU как массивно-параллельный процессор.	1		1	20								29
10.		17		17	146					6	-	6	195
11.	Форма текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре)	Контрольная работа 1. Темы 1-3 Аттестация Контрольная работа 2. Темы 4-6 Аттестация Контрольная работа 3. Темы 7-9 Аттестация											
12.	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Экзамен 36ч.							Экзамен (9ч)				

#### 4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование практического занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочно	Заочно	
1	2	3	4	5	6	7

1.						
2.						
3.						
4.						

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий по дисциплине

	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочно	Заочно	
	2	3	4	5	6	7
	1,2	Экспериментальное исследование эффективности алгоритмов планирования параллельных процессов в системах параллельного программирования.	4		2	2-5
1.	3-5	Изучение микроархитектурного уровня вычислительной системы	4		2	3-7
2.	4-5	Программирование численных методов для многопроцессорных вычислительных систем.	4		2	7-9
3.	5-9	Перспективы развития ВТ и информационных технологий	4			12, 13
4.		Подведение итогов	1			
5.		Итого	17		6	

#### 4.4. Тематика для самостоятельной работы студента

	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины			Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
		Очно	Очно-заочно	Заочно		
	2	3	4	5	6	7
1.	Роль и место распределенной обработки данных в новых информационных технологиях. Понятие системы передачи данных, основные определения и назначение составляющих систему компо-	10		20	1-5, 13-18	Реферат + презентация

	нент. Роль и место распределенной обработки данных в новых информационных технологиях. Основные понятия распределенной обработки данных. Архитектура распределенных систем как взаимосвязь логической, физической и программной структур.					
2.	Непрерывный и дискретный каналы связи и их характеристики. Понятие системы передачи данных, основные определения и назначение составляющих систему компонент. Представление сигналов в линейных пространствах. Основные методы доступа к среде передачи данных. Методы линейного кодирования дискретной информации. Методы защиты данных от ошибок. Методы и технологии передачи данных.	10		20	1-5, 13-18	Реферат + презентация
3.	Классификация вычислительных систем. Принципы построения многопроцессорных вычислительных комплексов (МПВК). Принципы построения многомашиных вычислительных комплексов (ММВК).	10		20		Реферат + презентация
4.	Архитектура GPU и модель программирования CUDA. Иерархия памяти CUDA. Глобальная, константная, текстурная, локальная, разделяемая и регистровая память.	10		20		Реферат + презентация
5.	Программирование многоядерных GPU. Кластеры из GPU. Кластеры и суперкомпьютеры на гибридной схеме. Использование OpenMP и MPI технологий совместно с CUDA. Вопросы оптимизации приложений на CUDA.	10		20		Реферат + презентация
6.	Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики. Степень параллелизма численного алгоритма.	17		20		Реферат + презентация
7.	Средняя степень параллелизма численного алгоритма. Зернистость алгоритма. Ускорение и эффективность. Закон Амдала. Алгоритм исследования свойств параллельного алгоритма.	20		20	1-5, 13-18	Реферат + презентация
8.	Матричные вычисления (матрично-векторное умножение, умножение матриц, решение систем линейных уравнений).	19		20	1-5, 13-18	Реферат + презентация
9.	Параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.	20		20	1-5, 13-18	Реферат + презентация

10.	Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом. Параллельный алгоритм решения СЛАУ прямым методом Гаусса и его ускорение	20		15	1-5, 13-18	Реферат +презентация
	Итого	146		195		

## **5. Образовательные технологии**

5.1. При чтении лекций используются активные формы, то есть презентации и видеолекции. Это позволяет более детально понять излагаемый материал с использованием демонстрационного материала. Проведения практических занятий будут построены на рефератах с презентацией на заданную тему и их обсуждение и защиту во время практических занятий

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют не менее 40% (14ч)

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

Оценочные средства по дисциплине приведены в приложении к рабочей программе в приложении А «Фонд оценочных средств»

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины *Теория параллельных вычислений*: основная литература, дополнительная литература: программное обеспечение и Интернет-ресурсы следует привести в табличной форме

Зав. библиотекой ДГТУ  Алиева Ж.А.

	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	На кафедре
	2	3	4	5	6	7
		ОСНОВНАЯ				
1.	ЛК, СР	Основы высокопроизводительных вычислений. – Т. III: Параллельные вычислительные алгоритмы : учебное пособие — ISBN 978-5-8353-1546-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:	Афанасьев К. Е.	Кемерово : КемГУ, 2012. — 185 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/44308">https://e.lanbook.com/book/44308</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
2.	ЛК, СР	Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие. Том II : Технологии параллельного программирования — ISBN 978-5-8353-1246-7. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	Афанасьев, С. В. Стуколов, В. В. Малышенко, С. Н.	Кемерово : КемГУ, [б. г.]. 2012. — 412 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/44309">https://e.lanbook.com/book/44309</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
3.	ЛК, СР	Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем : учебное пособие /— ISBN 978-5-7782-2365-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. —	Мищенко, В. К.	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 40 с.	URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/44898.html">http://www.iprbookshop.ru/44898.html</a> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей	
4.	ЛК, СР	Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : учебное пособие / ISBN 978-5-7782-2614-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:	Малявко, А. А.	Новосибирск : НГТУ, 2015. — 116 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/118245">https://e.lanbook.com/book/118245</a> . — Режим доступа: для авториз. поль-	

		2614-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:			доступа: для авториз. пользователей.	
5.	ЛК, СР	Параллельные вычисления : учебное пособие Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: /	Николаев, Е. И.	Ставрополь : СКФУ, 2016. — 185 с	<a href="https://e.lanbook.com/book/155268">https://e.lanbook.com/book/155268</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей	
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ</b>						
7	ЛК, СР	Организация вычислительных систем / — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. —	Ершова, Н. Ю.	Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 224 с.	URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/73687.html">http://www.iprbookshop.ru/73687.html</a> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей	
8	ЛК, СР	Суперкомпьютеры и системы. Построение вычислительных кластеров : учебное пособие / — ISBN 978-5-7782-3633-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. —	Малявко, А. А.	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 96 с.	URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/91542.html">http://www.iprbookshop.ru/91542.html</a> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей	

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

Семинарские занятия по дисциплине проводятся в аудитории с презентационной техникой и учебной мебелью.

Лекционные занятия проходят в мультимедийной аудитории, оснащенной компьютером и проектором. Практические занятия проходят в компьютерном классе. Первая часть занятия посвящена разбору нового материала. Вторая часть – выполнению практических заданий с целью закрепления материала.

Для практических занятий необходимы:

- Компьютерные классы, оснащенные ПЭВМ Intel Pentium 4.
- Программное обеспечение: Microsoft Windows XP/2000, Windows 7.

### Специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ОВЗ определены на основании:

- Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ОВЗ понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания ДГТУ и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение ОПОП обучающихся с ОВЗ.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ОВЗ осуществляется ДГТУ с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ОВЗ может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - наличие альтернативной версии официального сайта ДГТУ в сети «Интернет» для слабовидящих;
  - весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.
  - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
  - обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
  - обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию ДГТУ.

- 2) для лиц с ОВЗ по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

- 3) для лиц с ОВЗ, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ОВЗ адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины научно-педагогическим работникам рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ОВЗ в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ОВЗ устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и др.). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене

## 9. Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 20\_\_\_/20\_\_\_ учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. ....;
2. ....;
3. ....;
4. ....;
5. ....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений или дополнений на данный учебный год.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры УиИТСиВТ от \_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Заведующий кафедрой ПОВТиАС \_\_\_\_\_  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

### Согласовано:

Декан (директор) \_\_\_\_\_  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Председатель МС факультета \_\_\_\_\_  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

## 9. Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2020/2021 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. ....Изменений нет .....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений или дополнений на данный учебный год.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ПОВТиАС от 20.09.20 года, протокол № 10.

Заведующий кафедрой ПОВТиАС \_\_\_\_\_ Айгумов Т.Г.  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Согласовано:

Декан (директор) \_\_\_\_\_ Ашуралиева Р.К.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Председатель МС факультета \_\_\_\_\_ Исабекова Т.И.  
подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

## 9. Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2021/2022 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. ....Изменений нет .....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений или дополнений на данный учебный год.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ПОВТиАС от 15.06.2021 года, протокол № 10.

Заведующий кафедрой ПОВТиАС \_\_\_\_\_ Айгумов Т.Г.  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Согласовано:

Декан (директор) \_\_\_\_\_ Ашуралиева Р.К.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Председатель МС факультета \_\_\_\_\_ Исабекова Т.И.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)