

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕКТРОНИКИ
Кафедра «Вычислительной и информационной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФИТЭ, к.ф.-м.н., доцент

_____ **В.С. Холушкин**

«___» _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Наименование образовательной программы	Высокопроизводительные вычисления и технологии параллельного программирования
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры Зав. кафедрой ВИТ

Протокол № _____ от _____ **В.С. Холушкин**

«___» _____ **2023г.**

г. Саров, 2023г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ВИТ

В.С. Холушкин

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ВИТ

В.С. Холушкин

Программа переутверждена на 201____/201____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ВИТ

В.С. Холушкин

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с Семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ВИТ

В.С. Холушкин

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/
4	32	2	72	16	16	16	24	-	3
ИТОГО	32	2	72	16	16	16	24	-	

АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению теоретических и практические основ параллельного программирования и параллельных вычислений. Изучаются способы и методы разработки эффективных параллельных алгоритмов для решения различных прикладных задач. Главная цель преподавания дисциплины – подготовка специалиста, владеющего фундаментальными знаниями и практическими навыками в области основ алгоритмизации и параллельного программирования, численных методов и математического моделирования для решения прикладных задач в различных предметных областях.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса состоит в изучении технологии параллельного программирования для многопроцессорных вычислительных систем на общей и распределенной памяти в объеме, достаточном для успешного начала работ в области параллельного программирования. А также в изучении методов исследования эффективности и производительности кода параллельных программ с целью его оптимизации. Дисциплина «Параллельные вычисления на высокопроизводительных вычислительных системах» является продолжением курсов «Алгоритмические языки», «Параллельное программирование». Полученные знания и практические навыки могут использоваться при разработке курсовых и дипломных работ. Практическая часть курса выполняется с использованием реализации MPI – пакета mpich.nt.1.2.5, и OpenMP поддержки среды разработки Microsoft Developer Visual Studio на языке C. Лабораторные работы выполняются в режиме многопроцессорной эмуляции.

Задачи дисциплины – дать основы:

- принципов разработки параллельных алгоритмов и программ,
- функциональных возможностей стандарта MPI и OpenMP по исследованию эффективности кода параллельных программ,
- разработки и исследования производительности параллельных численных алгоритмов для решения типовых задач вычислительной математики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Параллельные вычисления» является базовой (общепрофессиональной) частью профессиональной компетенции и базируется на таких дисциплинах как, «Информатика», «Информационные технологии», «Основы алгоритмизации и программирования», «Параллельное программирование». Освоение дисциплины «Параллельные вычисления» необходимо для последующего применения полученных знаний в профессиональной деятельности, а также для успешного выполнения производственной практики и научно-исследовательской работы бакалавра.

3.ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Типы задач профессиональной деятельности: производственно-технологический			
использование высокопроизводительных вычислений, компьютерных систем и сетей, электронных баз данных в научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственно-технологических работах	математическое моделирование и высокопроизводительные вычисления в задачах механики сплошной среды и физики высоких плотностей энергии; разработка прикладных программных комплексов; разработка высокопроизводительных ЭВМ и программного обеспечения для них; компьютерное сопровождение и обработка результатов физических экспериментов	ПК-4 Способен использовать современные языки и методы программирования, комплексы прикладных компьютерных программ, современную вычислительную технику, многопроцессорные вычислительные системы при решении производственных и научно-исследовательских задач в области прикладной математики и информатики <i>Основание:</i> Профессиональный Стандарт «25.030 Специалист проектированию разработке наземных автоматизированных систем управления космическими аппаратами»	З-ПК-4 знать Современные языки и технологии программирования, комплексы прикладных компьютерных программ; У-ПК-4 уметь разрабатывать наукоемкое программное обеспечение с использованием современных языков программирования В-ПК-4 владеть Навыками проведения математического моделирования физических процессов с использованием существующих и разработанных программных комплексов

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Типы задач профессиональной деятельности: проектный			
разработка и реализация проектов, связанных применением прикладной математики и информатики в конкретных предметных областях	математическое моделирование и высокопроизводительные вычисления в задачах механики сплошной среды и физики высоких плотностей энергии; разработка прикладных программных комплексов; разработка высокопроизводительных ЭВМ и программного обеспечения для них; компьютерное сопровождение и обработка результатов физических экспериментов	ПК-5 способен к разработке, реализации и оценке проектов научно-исследовательской и инновационной направленности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	З-ПК-5 знать принципы оценки научно-исследовательских проектов при проведении их экспертизы; У-ПК-5 уметь проводить разработку и экспертизу научно-исследовательских проектов; В-ПК-5 владеть навыками разработки и экспертизы научно-исследовательских проектов;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ не- дели	Виды учебной работы					
			Лек- ции	Практ. занятия/ семина- ры	Лаб. рабо- ты	СР С	Текущий кон- троль (форма)*	Максималь- ный балл (см. п. 5.3)
			16	16	16	24		
Семестр 4								
Раздел 1.								
1.1	Тема 1. Оценка максимально достижимого параллелизма. Понятие эффективности параллельных алгоритмов. Анализ масштабируемости параллельных вычислений. Закон Амдаля.	1,2	2	2	2		УО, Защита ЛР	4
1.2	Тема 2. Топология сети передачи данных. Примеры элементарных топологий, основные характеристики. Понятие алгоритма маршрутизации и методов передачи данных. Классификация и техническая реализация многопроцессорных вычислительных систем	3-5	2	2	2		Защита ЛР	4
Раздел 2.								
2.1	Тема 1. Цели и задачи параллельной обработки данных. Основные принципы выполнения параллельных вычислений на общей и распределенной памяти. SMP-системы, их преимущества и недостатки. Параллельные вычисления с передачей сообщений	6-8	4	2	2		Защита ЛР	8

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ не- дели	Виды учебной работы					
			Лек- ции	Практ. занятия/ семина- ры	Лаб. рабо- ты	СР С	Текущий кон- троль (форма)*	Максималь- ный балл (см. п. 5.3)
			16	16	16	24		
2.2	Тема 2. Общие свойства параллельных алгоритмов. Полная и неполная параллельность. Особенности выбора способов распараллеливания. Основные алгоритмические методы распараллеливания задач: крупноблочное, мелкозернистое, конвейерное. Изучение параллельной производительности на примере простых алгоритмов функций линейной алгебры	9-10	4	4	4		Защита ЛР	8
Рубежный контроль		11	СР					6
Раздел 3.								
3.1	Тема 1 Общая схема параллельных вычислений при обслуживании потока заявок. Инструментальные средства разработки параллельных приложений в многоядерных системах. Примеры поддержки многопоточности на уровне операционных систем. Технология виртуализации.	12-13	2	2	2	12	Защита ЛР	4

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ не- дели	Виды учебной работы					Максималь- ный балл (см. п. 5.3)
			Лек- ции	Практ. занятия/ семина- ры	Лаб. рабо- ты	СР С	Текущий кон- троль (форма)*	
			16	16	16	24		
3.2	Тема 2. Анализ трудоемкости ос- новных операций межпроцессорных обменов на приме- ре выполнения коллективных опе- раций передачи данных по схеме “от одного – всем” и “от всех – всем” для разных тополо- гий сети.	14-15	2	4	4	12	Защита ЛР	5
Рубежный кон- троль		16	СР					10
Промежуточная аттеста- ция			3				-	50
Посещаемость								5
Итого:			16	16	16	24	-	100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

СР – самостоятельная работа(решение задачи на заданную тему)

РГР – расчетно – графическая работа

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс		
№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Раздел 1		
1.1	Тема 1. Цели и задачи параллельной обработки данных. Основные принципы выполнения параллельных вычислений на общей и распределенной памяти. SMP-системы, их преимущества и недостатки. Па-	1.1.1.Эффективность параллельного алгоритма. Понятие и анализ масштабируемости параллельных вычислений. Определение эффективности параллельного алгоритма, формула вычисления эффективности. Понятие масштабируемости, основные методы исследования производительности масштабируемых алгоритмов. 1.1.2. Достижение максимального параллелизма. Закон Амдаля. Понятие ускорения параллельного алгоритма. Закон Ам-

	раллельные вычисления с передачей сообщений	даля и его применение для оценки максимально достижимого параллелизма задачи.
1.2	Тема 2. Топология сети передачи данных. Примеры элементарных топологий, основные характеристики. Понятие алгоритма маршрутизации и методов передачи данных. Классификация и техническая реализация многопроцессорных вычислительных систем	1.2.1. Топология сети передачи данных. Общее понятие топологии сети. Примеры элементарных топологий, сравнительная характеристика скорости передачи данных на примере элементарных топологий. Основные характеристики топологии сети: связности, диаметра, ширины бинарного деления и стоимости. 1.2.2. Алгоритм маршрутизации и методы передачи данных. Классификация и техническая реализация многопроцессорных вычислительных систем. Понятие метода покоординатной маршрутизации. Основные способы передачи данных. Система Флинна и классы многопроцессорных вычислительных систем. Техническая реализация SMP и MPP систем
Раздел 2		
2.1	Тема 1. Общие свойства параллельных алгоритмов. Полная и неполная параллельность. Особенности выбора способов распараллеливания. Основные алгоритмические методы распараллеливания задач: крупноблочное, мелкозернистое, конвейерное. Изучение параллельной производительности на примере простых алгоритмов функций линейной алгебры	2.1.1. Параллельная обработка данных. Принципы выполнения параллельных вычислений. Особенности параллельного алгоритма. Понятие процесса и потока. Понятие общей и распределенной памяти, особенности выполнения параллельных вычислений на системах с общей, распределенной и смешанной памятью. 3.2. Кластеры и SMP-системы, их преимущества и недостатки. Сравнительная характеристика. Понятие SMP-систем. Преимущества и недостатки организации параллельных вычислений на ВС с общей памятью. Кластеры и вычислительные системы с распределенной памятью. Использование механизма передачи данных, проблемы оптимизации параллельных вычислений с использованием механизма общей и распределенной памяти.

2.2	Тема 2.. Общие свойства параллельных алгоритмов. Полная и неполная параллельность. Особенности выбора способов распараллеливания. Основные алгоритмические методы распараллеливания задач: крупноблочное, мелкозернистое, конвейерное. Изучение параллельной производительности на примере простых алгоритмов функций линейной алгебры.	2.2.1.Свойства параллельных алгоритмов. Полная и неполная параллельность алгоритма. Принципы повторяемости элементарных алгоритмов, совмещения множества операций, разбиения области вычислений на независимые подобласти. Понятие полной и неполной параллельности, примеры задач с полной и неполной параллельностью. Особенности выбора способов распараллеливания. 2.2.2. Алгоритмические методы распараллеливания задач. Параллельная производительность. Понятие крупноблочного, мелкозернистого и конвейерного методов распараллеливания. Понятие параллельной производительности, основные принципы анализа производительности параллельных алгоритмов на примере матрично-векторных операций функций линейной алгебры.
Раздел 3		
3.1	Тема 1 Общая схема параллельных вычислений при обслуживании потока заявок. Инструментальные средства разработки параллельных приложений в многоядерных системах. Примеры поддержки многопоточности на уровне операционных систем. Технология виртуализации.	3.1.1. Системы пакетного запуска параллельных программ, основные принципы работы. Понятие потока заявок на выполнение параллельных программ. Понятие задания, очередь заданий, критерии выбора заданий из очереди. Примеры систем запуска заданий. 3.1.2. Инструментальные средства разработки параллельных приложений. Роль компиляторов, отладчиков и возможностей ОС в разработке параллельных приложений. Механизм виртуализации и его использование.
3.2	Тема 2. Анализ трудоемкости основных операций межпроцессорных обменов на приме-	3.2.1.Понятие межпроцессорных обменов данными и анализ трудоемкости передачи данных. Основные принципы выполнения коллективных операций передачи данных. Особенности передачи неделимых, ато-

	ре выполнения коллективных операций передачи данных по схеме “от одного – всем” и “от всех – всем” для разных топологий сети.	марных данных и пакетов данных на примере элементарных топологий сети. Сравнительный анализ трудоемкости операций обмена на примере элементарных топологий
--	---	--

Лабораторные занятия

Лабораторный практикум предполагает выполнение лабораторных работ по основным разделам дисциплины. Темы лабораторных работ приведены в следующей таблице соответственно по семестрам. Инструментальная среда для выполнения лабораторных работ Microsoft Visual Studio 15.0 и выше.

№	Примерные темы лабораторных занятий
1.	Основы работы и создание проекта для разработки параллельных приложений, особенности компиляции, отладки и выполнения параллельных программ в среде Microsoft Visual Studio. Разработка и реализация масштабируемых алгоритмов функций линейной алгебры с использованием операций двухточечных обменов. Исследование эффективности передачи данных при различных режимах обмена.
2.	Разработка и реализация параллельных программ с использованием интерфейса OpenMP и MPI. Исследование производительности алгоритмов матрично-векторных операций, реализованных на общей и распределенной памяти.
3.	Разработка и реализация параллельных программ с использованием выбора способов распараллеливания. Профилирование и визуализация процесса выполнения стандартными средствами MPICH.
4.	Разработка и реализация параллельных программ с использованием коллективных операций передачи данных. Исследование эффективности алгоритмов при увеличении объема передаваемых данных.

4.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие виды самостоятельной работы:

- самостоятельный поиск литературы по разделам и темам курса;

- изучение материала по дополнительным разделам дисциплины;
- изучение литературы и подготовка к выполнению лабораторных работ, курсовых работ;
- подготовка к тестированию, контрольным работам, написанию рефератов;
- подготовка к зачету, экзаменам.

Форма контроля: отчет по лабораторным работам и их защита, защита курсовых работ.

Учебно-методические пособия:

1. Евсеев И. MPI для начинающих: Учебное пособие. – Электронный ресурс: <http://parallel.ru/doc>.
2. Воеводин В. MPI. Вводный курс. – Электронный ресурс: <http://parallel.srcc.mcu.su>.
3. Гергель В. Теория и практика параллельных вычислений. Учебное пособие - М.:Бином, 2007.
4. Топорков В.В. Модели распределённых вычислений Издательство: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2011 г.
5. В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. Параллельные вычисления. Издательство: БХВ-Петербург Год: 2002
6. Курс лекций по параллельному программированию. Фролова Н.В. Электронный ресурс СарФТИ НИЯУ МИФИ. 2021 г.

Рекомендуемый перечень тем самостоятельного углубленного изучения материала дисциплины:

- Основные принципы разработки параллельных программ, принципы параллельного программирования на общей и распределенной памяти.
- Основные операции MPI. Принцип выполнения двухточечных обменов, блокирующие и не блокирующие операции, особенности различных режимов передачи данных.
- Основные коллективные операции, особенности их использования. Выполнение сбора и рассылки данных, различной длины с разрывным расположением в памяти.
- Производные типы данных MPI, особенности конструирования и использования. Вопросы повышения эффективности передачи данных при использовании производных типов данных в зависимости от алгоритма задачи.
- Основные понятия группы и коммуникационного пространства, их взаимосвязь. Понятие контекста коммуникатора. Конструкторы групп и коммуникаторов. Выполнение

межпроцессорных обменов в базовых и производных коммуникационных пространствах.

- Виртуальные топологии, их роль в повышении эффективности параллельных программ. Связь физической и виртуальной топологии. Особенности создания декартовой топологии и топологии графа. Примеры двумерных решеток декартовой топологии.
- Использование интеркоммуникаторов для выполнения межгрупповых обменов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
1	Тема 1. Цели и задачи параллельной обработки данных. Основные принципы выполнения параллельных вычислений на общей и распределенной памяти. SMP-системы, их преимущества и недостатки. Параллельные вычисления с передачей сообщений	ПК-4, ПК-5	3-ПК-4;У-ПК-4;В-ПК-4 3-ПК-5;У-ПК-5;В-ПК-5	УО1, Защита ЛР2
	Тема 2. Топология сети передачи данных. Примеры элементарных топологий, основные характеристики. Понятие алгоритма маршрутизации и методов передачи данных. Классификация и техническая реализация многопроцессорных вычислительных систем	ПК-4, ПК-5	3-ПК-4;У-ПК-4;В-ПК-4 3-ПК-5;У-ПК-5;В-ПК-5	Защита ЛР5
Рубежный контроль		ПК-4, ПК-5	3-ПК-4;У-ПК-4;В-ПК-4 3-ПК-5;У-ПК-5;В-ПК-5	СР11
	Тема 1. Общие свойства па-	ПК-4,	3-ПК-4;У-ПК-4;В-ПК-4 3-ПК-5;У-ПК-5;В-ПК-5	Защита

2	параллельных алгоритмов. Полная и неполная параллельность. Особенности выбора способов распараллеливания. Основные алгоритмические методы распараллеливания задач: крупноблочное, мелкозернистое, конвейерное. Изучение параллельной производительности на примере простых алгоритмов функций линейной алгебры	ПК-5		ЛР8
	Тема 2.. Общие свойства параллельных алгоритмов. Полная и неполная параллельность. Особенности выбора способов распараллеливания. Основные алгоритмические методы распараллеливания задач: крупноблочное, мелкозернистое, конвейерное. Изучение параллельной производительности на примере простых алгоритмов функций линейной алгебры.	ПК-4, ПК-5	3-ПК-4;У-ПК-4;В-ПК-4 3-ПК-5;У-ПК-5;В-ПК-5	Защита ЛР10
3	Тема 1 Общая схема параллельных вычислений при обслуживании потока заявок. Инструментальные средства разработки параллельных приложений в многоядерных системах. Примеры поддержки многопоточности на уровне операционных систем. Технология виртуализации.	ПК-4, ПК-5	3-ПК-4;У-ПК-4;В-ПК-4 3-ПК-5;У-ПК-5;В-ПК-5	Защита ЛР13
	Тема 2. Анализ трудоемкости основных операций межпроцессорных обменов на примере выполнения коллективных операций передачи данных по схеме “от одного – всем” и “от всех – всем” для разных топологий сети.	ПК-4, ПК-5	3-ПК-4;У-ПК-4;В-ПК-4 3-ПК-5;У-ПК-5;В-ПК-5	Защита ЛР15
Рубежный контроль		ПК-4, ПК-5	3-ПК-4;У-ПК-4;В-ПК-4 3-ПК-5;У-ПК-5;В-ПК-5	СР16
Промежуточная аттестация		ПК-4,ПК-5	3-ПК-4;У-ПК-4;В-ПК-4 3-ПК-5;У-ПК-5;В-ПК-5	Зачет

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

5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля

5.2.1.1. Примерные вопросы для устного опроса (УО)

1. Понятие эффективности параллельных алгоритмов.
2. Понятие алгоритма маршрутизации и методов передачи данных.
3. Цели и задачи параллельной обработки данных
4. Классификация и техническая реализация многопроцессорных вычислительных систем
5. Основные принципы выполнения параллельных вычислений на общей и распределенной памяти.
6. Основные алгоритмические методы распараллеливания задач: крупноблочное, мелкозернистое, конвейерное.
7. Инструментальные средства разработки параллельных приложений в многоядерных системах.
8. Общая схема параллельных вычислений при обслуживании потока заявок.

5.2.1.2. Примерные темы и вопросы для самостоятельной работы (СР)

- Основные принципы разработки параллельных программ, принципы параллельного программирования на общей и распределенной памяти.
- Основные операции MPI. Принцип выполнения двухточечных обменов, блокирующие и не блокирующие операции, особенности различных режимов передачи данных.
- Основные коллективные операции, особенности их использования. Выполнение сбора и рассылки данных, различной длины с разрывным расположением в памяти.
- Производные типы данных MPI, особенности конструирования и использования. Вопросы повышения эффективности передачи данных при использовании производных типов данных в зависимости от алгоритма задачи.
- Основные понятия группы и коммуникационного пространства, их взаимосвязь. Понятие контекста коммуникатора. Конструкторы групп и коммуникаторов. Выполнение межпроцессорных обменов в базовых и производных коммуникационных пространствах.
- Виртуальные топологии, их роль в повышении эффективности параллельных программ. Связь физической и виртуальной топологии. Особенности создания декартовой топологии и топологии графа. Примеры двумерных решеток декартовой топологии.

5.2.2. Оценочные средства для рубежного контроля

5.2.2.1. Примерные задания для решения задач по заданной теме

1. Матричные вычисления. Метод исключений Гаусса
2. Сеточные вычисления. Краевая задача для уравнения Лапласа.
3. Точечные вычисления. Задача гравитации n тел.
4. Перемножение матриц с использованием двумерной решетки процессов
5. Метод портфеля задач: алгоритм управляющего процесса.

5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

5.2.3.1. Примерные вопросы к зачету:

Оценка максимально достижимого параллелизма.

1. Понятие эффективности параллельных алгоритмов.
2. Анализ масштабируемости параллельных вычислений.
3. Закон Амдаля.
4. Топология сети передачи данных.
5. Примеры элементарных топологий, основные характеристики.
6. Понятие алгоритма маршрутизации и методов передачи данных.
7. Классификация и техническая реализация многопроцессорных вычислительных систем.
8. Цели и задачи параллельной обработки данных.
9. Основные принципы выполнения параллельных вычислений на общей и распределенной памяти. SMP-системы, их преимущества и недостатки.
10. Параллельные вычисления с передачей сообщений.
11. Общие свойства параллельных алгоритмов.
12. Полная и неполная параллельность.
13. Особенности выбора способов распараллеливания.
14. Основные алгоритмические методы распараллеливания задач: крупноблочное, мелкозернистое, конвейерное.
15. Изучение параллельной производительности на примере простых алгоритмов функций линейной алгебры.
16. Общая схема параллельных вычислений при обслуживании потока заявок.
17. Инструментальные средства разработки параллельных приложений в много-ядерных системах.
18. Примеры поддержки многопоточности на уровне операционных систем.
19. Технология виртуализации.
20. Анализ трудоемкости основных операций межпроцессорных обменов на примере выполнения коллективных операций передачи данных по схеме “от одного – всем” и “от всех – всем” для разных топологий сети.
21. Понятие межпроцессорных обменов данными и анализ трудоемкости передачи данных.
22. Основные принципы выполнения коллективных операций передачи данных.
23. Особенности передачи неделимых, атомарных данных и пакетов данных на примере элементарных топологий сети.
24. Сравнительный анализ трудоемкости операций обмена на примере элементарных топологий

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации. Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля. Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69		E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

ОСНОВНАЯ:

1. Электронный ресурс MPI: стандарт интерфейса передачи сообщений. Перевод с английского, 1996.
2. Евсеев И. MPI для начинающих: Учебное пособие. – Электронный ресурс: <http://parallel.ru/doc>.
3. Воеводин В. MPI. Вводный курс. – Электронный ресурс: <http://parallel.srcc.msu.su>.
4. Шпаковский Г., Сериков Н. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI. – Минск, БГУ, 2002.
5. Гергель В. Теория и практика параллельных вычислений. Учебное пособие - М.:Бином, 2007.
6. Биллиг В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование Издательство: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2013 г.
7. Топорков В.В. Модели распределённых вычислений Издательство: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2011 г.
8. В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. Параллельные вычисления. Издательство: БХВ-Петербург Год: 2002

9. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

10. Электронный ресурс: <http://www.mcs.anl.gov/Projects/mpi/standard.html>
11. W.Grop, E.Lusk, and A.Skjellum – “Using MPI: Portable Parallel Programming with the Message-Passing Interface” - MIT Press, Cambridge, Mass. 1996

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Класс ПЭВМ с установленным программным обеспечением: MS Windows, MS Developer Visual Studio C++, mpich.nt.1.2.5. Из расчета одна ПЭВМ на одного человека.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. В рамках учебного курса студенты работают с лекциями, рекомендованной литературой, выполняют лабораторные работы, готовятся к экзамену и зачету. В процессе подготовки студенты используют программные продукты, инструментальные среды, информационно-справочные системы, информационные источники, размещенные в

сети Интернет (официальные сайты, веб-порталы, тематические форумы и телекоммуникации), электронные учебники и учебно-методические пособия.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Предлагается

- Самостоятельно прорабатывать лекционный материал для более полного усвоения материала;
- В учебном процессе при выполнении лабораторного практикума эффективно использовать методические пособия и методический материал по темам лабораторных работ;
- Активно использовать Интернет-ресурсы для получения актуального материала по изучаемой дисциплине;
- Активно использовать Интернет-ресурсы для обновления инструментальной базы (систем программирования, инструментальных сред и т.д.) при выполнении лабораторных работ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор(ы) _____ Н.В.Фролова

Рецензенты _____ В.С.Холушкин

Согласовано:

Зав. кафедрой ВИТ _____ В.С.Холушкин

Руководитель ОП _____ Р.М.Шагалиев