

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

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Наименование образовательной программы	Программное и аппаратное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем и сетей
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 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

Семестр	В форме прак- тической подго- товки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. заня- тия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/КП	Форма(ы) кон- троля, экс./зач./ЗСО/
5	32	2	72	16	-	32	24	-	3
6	32	3	108	16		32	33	-	Э
ИТОГО	32	5	180	32	-	64	57	-	27

АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению теоретических и практические основ применения суперкомпьютерных технологий при решении наукоемких задач. Изучаются способы и методы применения суперкомпьютерных технологий на основы высокопроизводительных вычислительных систем. Главная цель преподавания дисциплины – подготовка специалиста, владеющего фундаментальными знаниями и практическими навыками в области применения суперкомпьютерных технологий для решения прикладных задач в различных предметных областях.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели дисциплины: раскрыть смысл ключевых понятий из области параллельных вычислений, сформировать представление о современных параллельных вычислительных архитектурах, моделях, методах и технологиях их программирования, привить навыки работы с современными высокопроизводительными вычислительными системами.

Задачи дисциплины: расширение студентами набора знаний из области параллельных вычислений и параллельного программирования, а также совершенствование навыков работы с современными параллельными высокопроизводительными вычислительными системами.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина относится к группе элективных дисциплин образовательной составляющей ООП ВО (в соответствии с Федеральными государственными требованиями (ФГТ)).

Содержание дисциплины опирается на знания, приобретенных ранее при изучении дисциплин «Алгоритмические языки», «Программирование», «Параллельное программирование на высокопроизводительных вычислительных системах», «Организация ЭВМ», «Дискретная математика», «Вычислительная математика», «Технологии программирования».

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, научно-исследовательский и инновационный			
применение современных инструментов при разработке программного обеспечения;	высокопроизводительные вычислительные системы, комплексы и сети; системное и прикладное программное обеспечение на современной аппаратной платформе высокопроизводительных вычислительных систем; многофункциональные компьютерные сети на современной аппаратной платформе; автоматизированные системы обработки информации и управления; системы автоматизированного проектирования и информационной поддержки жизненного цикла промышленных изделий; программное обеспечение систем реального времени,	ПК-3 Способен разрабатывать модели и компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «06.001 Программист» Профессиональный стандарт «06.011 Администратор баз данных»	З-ПК-3 Знать: схемотехнику логических схем, цифровых и запоминающих устройств, принципы построения и элементы микропроцессоров и микроконтроллеров, принципы работы программируемых логических матриц и программируемой матричной логики, основы объектно-ориентированного подхода к программированию, базы данных и системы управления базами данных для информационных систем различного назначения, принципы построения современных операционных систем и особенности их применения. У-ПК-3 Уметь: строить логические схемы счетчиков, регистров, сумматоров и запоминающих устройств, строить временные диаграммы работы интерфейсов и контроллеров, сопрягать аппаратные и программные средства в составе аппаратно-

			программных комплексов, работать с современными системами программирования, включая объектно-ориентированные В-ПК-3 Владеть: современными инструментальными средствами проектирования цифровых устройств, языками процедурного и объектно-ориентированного программирования, навыками разработки и отладки программ
--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/ п	Наименование раз- дела /темы дисци- плины	№ не- дели	Виды учебной работы						Максималь- ный балл (см. п. 5.3)
			Лек- ции	Практ. занятия/ семина- ры	Лаб. рабо- ты	СР С	Теку- щий кон- троль (фор- ма)*		
			16	-	32	24			
Семестр 5									
Раздел 1.									
1.1	Тема 1.Введение в па- раллельные вычисления	1,2	4		8	6	УО	8	
1.2	Тема 2.Обзор параллель- ных вычислительных систем и их классифика- ция. Способы организа- ции параллельной обра- ботки данных	3-4	4		8	6	Защита ЛР	9	
Раздел 2.									
2.1	Тема 1.Вычислительные кластеры: основные по- нятия, архитектура, ти- повой набор кластерного программного обеспече- ния, средства доступа и управления, тестирова- ние производительности	5-6	4		8	6	УО	9	

№ п/ п	Наименование раз- дела /темы дисци- плины	№ не- дели	Виды учебной работы					Максималь- ный балл (см. п. 5.3)
			Лек- ции	Практ. занятия/ семина- ры	Лаб. рабо- ты	СР С	Теку- щий кон- троль (фор- ма)*	
			16	-	32	24		
2.2	Тема 2.Моделирование параллельных программ. Реализация параллелизма различного вида. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов	7-8	4	-	8	6	Защита ЛР	9
	Рубежный кон- троль	8	СР					10
	Промежуточная аттеста- ция		Зачет					50
	Посещаемость							5
	Итого:		16	-	32	24	-	100
Семестр 6								
№ п/ п	Наименование раз- дела /темы дисци- плины	№ не- дели	Лек- ции	Практ. занятия/ семина- ры	Лаб. рабо- ты	СР С	Теку- щий кон- троль (фор- ма)*	Максималь- ный балл (см. п. 5.3)
			16	-	32	33		
2.3	Тема 3.Базовые средства параллельного програм- мирования вычислитель- ных кластеров. Методы передачи данных. Стан- дарт MPI	9	4	-	8	8	УО	8
2.4	Тема 4.Базовые средства параллельного програм- мирования систем с об- щей памятью. Стандарт OpenMP	10	4	-	8	8	Защита ЛР	9
Раздел 3.								
3.1	Тема 1.Высокоуровневые средства программиро- вания многопроцессор- ных систем. DVM- система	12-13	4	-	8	8	УО	9
3.2	Тема 2.Высокопроизводительн ые вычисления с приме- нением графических процессоров (GPU). Тех- нология NVidia CUDA	14-15	4	-	8	9	Защита ЛР	9
	Рубежный контроль	16	СР					10
	Промежуточная аттестация		Экзамен				-	50
	Посещаемость							5
	Итого:		32	-	32	33	-	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.Введение в параллельные вычисления	Цели и задачи параллельной обработки данных. Необходимость и актуальность параллельных вычислений. Различия между многозадачным, параллельным и распределенным режимами выполнения программ. Закон Амдала. Закон Мура. Гипотеза Минского. Способы построения многопроцессорных вычислительных систем. Краткая история развития высокопроизводительных вычислений. Примеры параллельных вычислительных систем. Рейтинги ведущих суперкомпьютеров: мировой TOP-500, TOP-50 СНГ.
1.2	Тема 2.Обзор параллельных вычислительных систем и их классификация. Способы организации параллельной обработки данных	Систематика Флинна. Детализация систематики Флинна. Понятия мультипроцессора, мультикомпьютера, вычислительного кластера. Особенности организации параллельных вычислений в системах с общей памятью (обеспечение однозначности кэш-памяти разных процессоров, синхронизация вычислений). Особенности организации параллельных вычислений в системах с распределенной памятью посредством передачи сообщений. Топологии сетей передачи данных в мультикомпьютерах. Типовые схемы коммуникации.
Раздел 2		
2.1	Тема 1.Вычислительные кластеры: основные понятия, архитектура, типовой набор кластерного программного обеспечения, средства до-	Понятие кластера и кластерной архитектуры. Классификация кластерных вычислительных систем. Состав сетевой инфраструктуры кластера. Типы топологий и критерии эффективности коммуникационной сети кластера. Сетевые решения для кластерных систем. Основные критерии оценки кластерных систем.

	ступа и управления, тестирование производительности	Типичный набор программно-аппаратного обеспечения кластеров. Особенности запуска задач на кластерах. Системы управления заданиями. Интегрированные наборы кластерного программного обеспечения.
2.2	Тема 2. Моделирование параллельных программ. Реализация параллелизма различного вида. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов	Показатели эффективности параллельного алгоритма и оценка максимально достижимого параллелизма. Параллелизм на примере модельных задач нахождения частных сумм последовательности числовых значений и умножения матриц. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов. Пример использования методики разработки параллельных алгоритмов для параллельного решения гравитационной задачи N тел.
2.3	Тема 3. Базовые средства параллельного программирования вычислительных кластеров. Методы передачи данных. Стандарт MPI	Общая характеристика методов передачи данных, оценка времени выполнения коммуникационных операций. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем. Модель Хокни. MPI: основные понятия и определения. Базовый (минимальный) набор функций MPI, достаточный для разработки параллельных программ. Пример: программа вычисления числа π. Операции передачи данных между двумя процессами Коллективные операции передачи данных. Упаковка и распаковка разнотипных данных в MPI. Управление группами процессов и коммутаторами. Виртуальные топологии Модельный пример: умножение матрицы на вектор
2.4	Тема 4. Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью. Стандарт OpenMP	Общие сведения. Структура стандарта OpenMP. Достоинства технологии OpenMP. Модель параллелизма OpenMP. Модель памяти OpenMP. Директивы OpenMP. Типы директив. Формат записи директив. Определение параллельной области. Распределение вычислений между потоками. Директивы синхронизации. Директивы управления обла-

		стью видимости данных. Совместимость директив и их параметров. Библиотека функций OpenMP. Функции для контроля/запроса параметров среды исполнения. Функции синхронизации. Переменные среды исполнения. Пример программы произведения матриц. Сравнение технологий MPI и OpenMP для SMP-систем. Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров. Компиляторы Intel с поддержкой OpenMP. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.
Раздел 3		
3.1	Тема 1. Высокоуровневые средства программирования многопроцессорных систем. DVM-система	DVM-система. Общие сведения, цели создания, принципы построения. Модель параллелизма, модель выполнения и модель программирования DVM. Языки программирования DVM. Директивы DVM (на примере языка C-DVM). Сравнение размеров и эффективности MPI- и DVM-программ. Переносимость и повторное использование DVM-программ. Средства функциональной отладки, анализа и прогноза производительности DVM-программ. Особенности компиляции и запуска DVM-программ. Примеры программ на языке C-DVM.
3.2	Тема 2. Высокопроизводительные вычисления с применением графических процессоров (GPU). Технология NVidia CUDA	Введение в вычисления общего назначения с использованием GPU. Основные архитектурные отличия GPU от CPU. Архитектура современных GPU. Технология CUDA. Модели и шаблоны программирования с использованием технологии CUDA. Модель памяти CUDA. Типы памяти. Оптимизация CUDA-приложений. Модель исполнения CUDA. Компиляция CUDA-приложений. CUDA-расширение языка C (спецификаторы функций, спецификаторы переменных, встроенные переменные, директивы запуска ядра). Некоторые функции API CUDA Runtime. Пример программы на CUDA. Произведение матриц. Ускорение Matlab-расчетов на GPU.

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.	Лабораторная работа №1 Основы работы и создание проекта для разработки параллельных приложений, особенности компиляции, отладки и выполнения параллельных программ в среде Microsoft Visual Studio
2.	Лабораторная работа №2 Разработка и реализация параллельных программ с использованием операций двухточечных обменов. Исследование эффективности передачи данных при различных режимах обмена
3.	Лабораторная работа №3 Разработка и реализация параллельных программ с использованием коллективных операций обмена
4.	Лабораторная работа №4 Разработка и реализация параллельных программ с использованием конструкторов типов данных. Исследование эффективности передачи однородных и разнородных данных для различных конструкторов типов данных.
5.	Лабораторная работа №5 Разработка и реализация параллельных программ с использованием конструкторов групп и коммуникаторов.
6.	Лабораторная работа №6 Разработка и реализация параллельных программ с использованием конструкторов виртуальных топологий
7.	Разработка и реализация параллельных программ с использованием конструктора интеркоммуникатора. Механизм межгруппового обмена данными.
8.	Лабораторная работа №8 Разработка и реализация параллельных программ с использованием интерфейса OpenMP и MPI. Исследование производительности алгоритмов матрично-векторных операций, реализованных на общей и распределенной памяти.
9.	Лабораторная работа №9 Разработка и реализация параллельных программ с использованием выбора способов распараллеливания. Профилирование и визуализация процесса выполнения стандартными средствами MPICH.
10.	Лабораторная работа №10 Разработка и реализация параллельных программ с ис-

	пользованием 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:

а) Основная литература

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
2. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А. Вычислительное дело и кластерные системы. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 150 с.
3. Лацис А. Как построить и использовать суперкомпьютер. – М.: Бестселлер, 2003.
4. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 112 с.
5. Гергель В.П., Стронгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем: учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та, 2003.
6. Немнюгин С., Стесик О. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
7. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 342 с.

Рекомендуемый перечень тем самостоятельного углубленного изучения материала дисциплины:

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Скалярная и векторная обработка информации
2	Гетерогенные и гомогенные кластеры. Коммуникационные структуры кластерных систем.
3	Информационная целостность кэшей и протокол MESI.
4	Системные операции. Организация межмашинных взаимодействий.

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. Введение в параллельные вычисления	ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО2,
	Тема 2. Обзор параллельных вычислительных систем и их классификация. Способы организации параллельной обработки данных	ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Защита ЛР4
Рубежный контроль		ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	СР11
2	Тема 1. Вычислительные кластеры: основные понятия, архитектура, типовой набор кластерного программного обеспечения, средства доступа и управления, тестирование производительности	ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО6
	Тема 2. Моделирование параллельных программ. Реализация параллелизма различного вида. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов	ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Защита ЛР8
	Тема 3. Базовые средства параллельного программирования вычислительных кластеров. Методы передачи данных. Стандарт MPI	ПК-3	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО9
	Тема 4. Базовые средства параллельного программирования си-		3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Защита ЛР10

	стем с общей памятью. Стандарт OpenMP	ПК-3		
3	Тема 1.Высокоуровневые средства программирования многопроцессорных систем. DVM-система	ПК-3	3-ПК-3;У-ПК-3;В-ПК-3	УО13
	Тема 2.Высокопроизводительные вычисления с применением графических процессоров (GPU). Технология NVidia CUDA	ПК-3	3-ПК-3;У-ПК-3;В-ПК-3	Защита ЛР15
Рубежный контроль		ПК-3	3-ПК-3;У-ПК-3;В-ПК-3	СР16
Промежуточная аттестация		ПК-3	3-ПК-3;У-ПК-3;В-ПК-3	Экзамен

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. Цели и задачи параллельной обработки данных.
2. Необходимость и актуальность параллельных вычислений.
3. Различия между многозадачным, параллельным и распределенным режимами выполнения программ
4. Способы построения многопроцессорных вычислительных систем
5. Систематика Флинна. Детализация систематики Флинна.
6. Понятия мультипроцессора, мультикомпьютера, вычислительного кластера.
7. Особенности организации параллельных вычислений в системах с общей памятью
8. Особенности организации параллельных вычислений в системах с распределенной памятью посредством передачи сообщений.
9. Топологии сетей передачи данных в мультикомпьютерах.
10. Типовые схемы коммуникации.
11. Понятие кластера и кластерной архитектуры.
12. Классификация кластерных вычислительных систем.

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

1. Параллельные вычислительные системы
2. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем

3. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования
4. Системы параллельной памяти
5. Параллельные вычислительные системы с общим управлением
6. Специализированные процессоры для высокопроизводительной обработки данных
7. Модульные конвейерные процессоры
8. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации
9. Параллельные вычисления
10. Техника оптимизации программ. Эффективное использование памяти

5.2.2. Оценочные средства для рубежного контроля

5.2.2.1. Примерные задания для решения задач по заданной теме

Лабораторная работа №1 Основы работы и создание проекта для разработки параллельных приложений, особенности компиляции, отладки и выполнения параллельных программ в среде Microsoft Visual Studio
Лабораторная работа №2 Разработка и реализация параллельных программ с использованием операций двухточечных обменов. Исследование эффективности передачи данных при различных режимах обмена
Лабораторная работа №3 Разработка и реализация параллельных программ с использованием коллективных операций обмена
Лабораторная работа №4 Разработка и реализация параллельных программ с использованием конструкторов типов данных. Исследование эффективности передачи однородных и разнородных данных для различных конструкторов типов данных.
Лабораторная работа №5 Разработка и реализация параллельных программ с использованием конструкторов групп и коммутаторов.
Лабораторная работа №6 Разработка и реализация параллельных программ с использованием конструкторов виртуальных топологий
Разработка и реализация параллельных программ с использованием конструктора интеркоммуникатора. Механизм межгруппового обмена данными.
Лабораторная работа №8 Разработка и реализация параллельных программ с использованием интерфейса OpenMP и MPI. Исследование производительности алгоритмов матрично-векторных операций, реализованных на общей и распределенной памяти.
Лабораторная работа №9 Разработка и реализация параллельных программ с использованием выбора способов распараллеливания. Профилирование и визуализация процесса

выполнения стандартными средствами MPICH.

Лабораторная работа №10 Разработка и реализация параллельных программ с использованием коллективных операций передачи данных. Исследование эффективности алгоритмов при увеличении объема передаваемых данных.

5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

5.2.3.1. Примерные вопросы к зачету:

1. Цели и задачи параллельной обработки данных.
2. Необходимость и актуальность параллельных вычислений.
3. Различия между многозадачным, параллельным и распределенным режимами выполнения программ
4. Способы построения многопроцессорных вычислительных систем
5. Систематика Флинна. Детализация систематики Флинна.
6. Понятия мультипроцессора, мультимпьютера, вычислительного кластера.
7. Особенности организации параллельных вычислений в системах с общей памятью
8. Особенности организации параллельных вычислений в системах с распределенной памятью посредством передачи сообщений.
9. Топологии сетей передачи данных в мультимпьютерах.
10. Типовые схемы коммуникации.
11. Понятие кластера и кластерной архитектуры.
12. Классификация кластерных вычислительных систем.
13. Состав сетевой инфраструктуры кластера.
14. Типы топологий и критерии эффективности коммуникационной сети кластера.
15. Сетевые решения для кластерных систем.
16. Основные критерии оценки кластерных систем.
17. Типичный набор программно-аппаратного обеспечения кластеров.
18. Особенности запуска задач на кластерах.
19. Системы управления заданиями.
20. Интегрированные наборы кластерного программного обеспечения.
21. Показатели эффективности параллельного алгоритма и оценка максимально достижимого параллелизма
22. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов.
23. Общая характеристика методов передачи данных,
24. Оценка времени выполнения коммуникационных операций.
25. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем.

26. MPI: основные понятия и определения.
27. Базовый (минимальный) набор функций MPI, достаточный для разработки параллельных программ.
28. Операции передачи данных между двумя процессами
29. Коллективные операции передачи данных.
30. Упаковка и распаковка разнотипных данных в MPI.
31. Управление группами процессов и коммутаторами.
32. Виртуальные топологии
33. Общие сведения. Структура стандарта OpenMP.
34. Достоинства технологии OpenMP.
35. Модель параллелизма OpenMP. Модель памяти OpenMP.
36. Директивы OpenMP. Типы директив. Формат записи директив.
37. Определение параллельной области.
38. Распределение вычислений между потоками.
39. Директивы синхронизации. Директивы управления областью видимости данных.
40. Совместимость директив и их параметров.
41. Библиотека функций OpenMP.
42. Функции для контроля/запроса параметров среды исполнения.
43. Функции синхронизации.
44. Переменные среды исполнения.
45. Сравнение технологий MPI и OpenMP для SMP-систем.
46. Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров.
47. Компиляторы Intel с поддержкой OpenMP.
48. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.
49. DVM-система. Общие сведения, цели создания, принципы построения.
50. Модель параллелизма, модель выполнения и модель программирования DVM.
51. Языки программирования DVM. Директивы DVM (на примере языка C-DVM).
52. Сравнение размеров и эффективности MPI- и DVM-программ.
53. Переносимость и повторное использование DVM-программ.
54. Средства функциональной отладки, анализа и прогноза производительности DVM-программ.
55. Особенности компиляции и запуска DVM-программ.
56. Введение в вычисления общего назначения с использованием GPU.
57. Основные архитектурные отличия GPU от CPU.
58. Архитектура современных GPU.
59. Технология CUDA.

60. Модели и шаблоны программирования с использованием технологии CUDA.
61. Модель памяти CUDA. Типы памяти.
62. Оптимизация CUDA-приложений. Модель исполнения CUDA.
63. Компиляция CUDA-приложений.
64. CUDA-расширение языка C (спецификаторы функций, спецификаторы переменных, встроенные переменные, директивы запуска ядра).
65. Некоторые функции API CUDA Runtime.
66. Ускорение Matlab-расчетов на GPU

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 балль- ной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню осво-ению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется сту- денту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, ис- черпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе мате- риал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется сту- денту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточно- стей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69			

60-64	но»	Е	ставляется 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.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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

1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

8. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
9. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А. Вычислительное дело и кластерные системы. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 150 с.
10. Лацис А. Как построить и использовать суперкомпьютер. – М.: Бестселлер, 2003.
11. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 112 с.
12. Гергель В.П., Стронгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем: учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та, 2003.
13. Немнюгин С., Стесик О. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
14. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 342 с.
15. Эндрюс Г.Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования: Пер. с англ. – М.: Изд-во «Вильямс», 2003.

16. Корнеев В.Д. Параллельное программирование в MPI. – Москва-Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2003.
17. Лупин С.А., Посыпкин М.А. Технологии параллельного программирования. – М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2008. – 208 с.
18. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: Изд-во «ДМК Пресс», 2010. – 232 с.

б) Дополнительная литература

1. Миллер Р., Боксер Л. Последовательные и параллельные алгоритмы: Общий подход. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 406 с.
2. Камерон Х., Трейси Х. Параллельное и распределенное программирование с использованием C++: Пер. с англ. – М.: Изд-во «Вильямс», 2004. – 672 с.
3. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: Учебное пособие. – М.: Интернет-Университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 423 с.
4. Малышкин В.Э. Введение в параллельное программирование мультимикропроцессоров. – М.; Новосибирск, 2003. – 268 с.
5. Букатов А.А., Дацюк В.Н., Жегуло А.И. Программирование многопроцессорных вычислительных систем. – Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР», 2003. – 208 с.
6. Крюков В.А. Разработка параллельных программ для вычислительных кластеров и сетей // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2003. – №1, 2. – С. 42-61.
7. Коновалов Н.А., Крюков В.А. Параллельные программы для вычислительных кластеров и сетей // Открытые системы. – 2002. – № 3. – С. 12-18.
8. Антонов А.С. Введение в параллельные вычисления: Методическое пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 69 с.
9. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 71 с.
10. Гришагин В.А., Свистунов А.Н. Параллельное программирование на основе MPI: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им.Н.И. Лобачевского, 2005. – 93 с.
11. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2009. – 77 с.
12. Бахтин В.А., Крюков В.А. и др. Использование языка Fortran-DVM/OpenMP для разработки больших задач // Тр. Всерос. науч. конф. “Научный сервис в сети Интернет: ре-

шение больших задач” (сентябрь 2008 г., г. Новороссийск). – М.: Изд-во МГУ, 2008. С. 185-191.

13. Коновалов Н.А., Крюков В.А., Сазанов Ю.Л. C-DVM – язык разработки мобильных параллельных программ // Программирование. – 1999. – № 1. – С. 20-28.
14. Адинец А., Воеводин В. Графический вызов суперкомпьютерам // Открытые системы. – 2008. – № 4. – С. 35-41.
15. Боресков А.В. Основы CUDA. – URL: <http://steps3d.narod.ru/tutorials/cuda-tutorial.html>.
16. Берилло А. NVIDIA CUDA – неграфические вычисления на графических процессорах. – URL: www.ixbt.com/video3/cuda-1.shtml.

в) Интернет-источники

1. Методические и учебные пособия на сайте СарФТИ НИЯУ МИФИ.
2. Интернет-университет информационных технологий www.intuit.ru.
3. Интернет-университет суперкомпьютерных технологий www.hpcu.ru.
4. Сайт лаборатории Параллельных информационных технологий НИВЦ МГУ www.parallel.ru.
5. Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН www.jscc.ru.
6. Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ lib.mexmat.ru.
7. Электронные ресурсы издательства Springer <http://link.springer.com/search?facet-content-type=%22Book%22&showAll=false>.
8. Электронные ресурсы издательства Elsevier <http://link.springer.com/search?facet-content-type=%22Book%22&showAll=false>.
9. Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"- текстовые и видеокурсы по различным наукам <http://www.intuit.ru/>
10. Общероссийский математический портал Math-Net.Ru
11. Видеотека лекций по математике http://www.mathnet.ru/php/presentation.phtml?eventID=15&option_lang=rus#PRELIST15
12. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/75f2ec40-e574-10d2-24eb-dc9b3d288563/25892/?interface=themcol>
13. Видеолекции ведущих ученых мира <http://www.academicearth.org/subjects/algebra>.
14. MPI. www.mpi-forum.org
15. OpenMP. www.openmp.org
16. DVM-система. www.keldysh.ru/dvm

17. NVIDIA CUDA Zone. www.nvidia.ru/object/cuda_home_new_ru.html
18. NVIDIA Developer Zone. <http://developer.nvidia.com/cuda-downloads>
19. NVIDIA Tesla. www.nvidia.ru/page/tesla_computing_solutions.html
20. NVIDIA Tesla. Инструменты разработчика. www.nvidia.ru/object/tesla_software_ru.html
21. CUDA Documents. <http://docs.nvidia.com/cuda/index.html>.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование	Кол- во
1	Библиотечный фонд СарФТИ НИЯУ МИФИ	
2	Библиотечный фонд научной библиотеки ИНЦ СО РАН	
3	Компьютерные классы С общим количеством: - рабочих мест (компьютер+монитор) - проекторов, экранов	8 110 5
4	Рабочие места с выходом в интернет	100
5	Неоднородный вычислительный кластер СарФТИ НИЯУ МИФИ Компактная суперЭВМ СарФТИ НИЯУ МИФИ Кластер лаборатории прикладного и системного программирования кафедры вычислительной и информационной техники СарФТИ НИЯУ МИФИ Открытый сегмент вычислительного кластера РФЯЦ-ВНИИЭФ (компьютерный класс с 10 рабочими станциями для выхода на вычислительные мощности кластера)	3 1 1 1

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» 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 источ-

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

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 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 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

Автор(ы) _____ В.С.Холушкин

Рецензенты _____ Ю.Н.Дерюгин

Согласовано:

Зав. кафедрой ВИТ _____ В.С.Холушкин

Руководитель ОП _____ В.С.Холушкин