Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Макаренко Елена Николаевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.09.2026 16:03:22
Уникальный программный ключ:
c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
учебно-методического управления
Т.К. Платонова
«25» мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины
Параллельное программирование

Направление подготовки
09.03.04 Программная инженерия

Направленность (профиль) программы бакалавриата
09.03.04.01 Системное и прикладное программное обеспечение

Для набора 2026 года

Квалификация
Бакалавр

КАФЕДРА **Информационные технологии и программирование**

Распределение часов дисциплины по семестрам / курсам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**6 (3.2)**		**7 (4.1)**		Итого	
Недель	16 2/6		16 1/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16	32	32
Лабораторные	32	32	32	32	64	64
Итого ауд.	48	48	48	48	96	96
Контактная работа	48	48	48	48	96	96
Сам. работа	24	24	60	60	84	84
Часы на контроль			36	36	36	36
Итого	72	72	144	144	216	216

ОСНОВАНИЕ

Учебный план утвержден учёным советом Университета (протокол № 9 от 03.03.2026 г.).

Программу составил(и): к.э.н., доцент, Жилина Е.В.

Зав. кафедрой: к.э.н., доцент Е.В. Ефимова

Методический совет: д.э.н., профессор Е.Н. Тищенко

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	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.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1. способен использовать методы и инструментальные средства исследования объектов профессиональной деятельности, формализации предметной области с учетом ограничений

ПК-3. способен разрабатывать компоненты программных комплексов (в том числе интерфейсы, драйвера, компиляторы, загрузчики, сборщики, системные утилиты) и баз данных с использованием современных инструментальных средств и технологий программирования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

основные понятия из области разработки программных систем, применяемые метрики, методы и инструментальные средства (соотнесено с индикатором ПК-1.1);
основы информатики и программирования (соотнесено с индикатором ПК-3.1).

Уметь:

применять основные методы разработки программного обеспечения; применять основные инструменты разработки программного обеспечения (соотнесено с индикатором ПК-1.2);
использовать современные технологии разработки программных продуктов (соотнесено с индикатором ПК-3.2).

Владеть:

основными методами разработки программного обеспечения; основными инструментами разработки программного обеспечения (соотнесено с индикатором ПК-1.3);
навыками разработки алгоритмов в виде блок-схемы и составления плана ручного тестирования разрабатываемого программного продукта (соотнесено с индикатором ПК-3.3).

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Введение в параллельные вычисления

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
1.1	Тема 1.1 "Основы параллельных вычислений" Цели и задачи параллельной обработки данных. Необходимость и актуальность параллельных вычислений. Различия между многозадачным, параллельным и распределенным режимами выполнения программ. Закон Амдаля. Закон Мура. Гипотеза Минского. Способы построения многопроцессорных вычислительных систем. Краткая история развития высокопроизводительных вычислений. Примеры параллельных вычислительных систем.	Лекционные занятия	6	2	ПК-1 ПК-3
1.2	Тема 1.1 "Основы параллельных вычислений" Запуск MPI программ. Компиляция. Настройки для сборки и счета. Запуск в пакете. Шесть базовых вызовов. Сообщения MPI. Коммуникаторы.	Лабораторные занятия	6	4	ПК-1 ПК-3
1.3	Тема 1.1 "Введение в параллельные вычисления" Рейтинги ведущих суперкомпьютеров	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1 ПК-3
1.4	Тема 1.2 "Обзор параллельных вычислительных систем и их классификация" Классификация параллельных вычислений по Флинну и Кришнамэрфи. Понятия мультипроцессора, мультикомпьютера, вычислительного кластера. Способы повышения производительности компьютера: конвейеризация, кэширование команд и данных, увеличение количества регистров, суперскалярность и микросуперскалярность процессоров. Модели многопроцессорных систем (переход от RAM к PRAM), локальная память, модули с шинной связью, разделяемая общая память. Топологии межмодульной связи: шина, двумерная сетка, гиперкуб, деревья, коммутирующий граф. Архитектура суперкомпьютеров. Транспьютерные сетевые архитектуры. Распределенные системы: кластеры и сети (динамические, статические). Метрические характеристики вычислительной сети: диаметр, связность, ширина сечения, поток через сечение, стоимость. Оценки метрик для различных сетей. Логическая и физическая организации параллельных вычислительных систем (ПВС).	Лекционные занятия	6	2	ПК-1 ПК-3

1.5	Тема 1.2 "Обзор параллельных вычислительных систем и их классификация" Упражнение на тупик. Распараллеливание метода наименьших квадратов.	Лабораторные занятия	6	4	ПК-1 ПК-3
1.6	Тема 1.2 "Обзор параллельных вычислительных систем и их классификация" Сериализуемость, требования когерентности, стоимость пересылки в параллельных системах. Маршрутизация.	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1 ПК-3
1.7	Тема 1.3 "Способы организации параллельной обработки данных" 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.	Лекционные занятия	6	2	ПК-1 ПК-3
1.8	Тема 1.3 "Способы организации параллельной обработки данных" Расчет относительной эффективности способов коммуникации. Влияние замены блокирующего получения на неблокирующее получение на синхронизационную накладку.	Лабораторные занятия	6	2	ПК-1 ПК-3
1.9	Тема 1.4 "Вычислительные кластеры" Основные функции коллективной коммуникации: операциями широкой рассылки (broadcast), сбора (gather) и глобального приведения (global reduction). Расчет параллельного волнового уравнения.	Лабораторные занятия	6	2	ПК-1 ПК-3
1.10	Тема 1.4 "Вычислительные кластеры" 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. Типичный набор программно-аппаратного обеспечения кластеров. Особенности запуска задач на кластерах. Системы управления заданиями. Интегрированные наборы кластерного программного обеспечения.	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1 ПК-3

Раздел 2. Параллельные алгоритмы. Стандарт MPI

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
2.1	Тема 2.1 "Реализация параллельных алгоритмов" Отличия параллельных алгоритмов от последовательных алгоритмов. Постановка задачи распараллеливания существующих сериальных алгоритмов. Пример суммирования массива. Реализация параллельных алгоритмов с использованием процессов. Виды межпроцессной коммуникации (сигналы, семафоры, разделяемая память, каналы, сообщения). Оценка эффективности алгоритма с учетом времени доставки кода и данных вычислительному узлу. Законы Амдала. Целесообразность распараллеливания. Как анализировать зависимость данных и кода в последовательной программе. Порядок вычислений, граф зависимости. Модель «грубой силы». Примеры решений для PRAM, BSP, LogP. Преобразования параллелизации циклов. Доставка данных, отображение массива данных на распределенную систему, избыточность.	Лекционные занятия	6	4	ПК-1 ПК-3
2.2	Тема 2.1 "Реализация параллельных алгоритмов" Параллельные алгоритмы циклического сдвига на системе с распределенной памятью со структурой сети связей между процессами - “кольцо”, в которых каждый процесс инициирует рассылку своего сообщения одновременно в каком-либо выбранном направлении по кольцу (в MPI): - с асинхронной блокированной передачей, блокированным приемом. - с асинхронной неблокированной передачей, неблокированным приемом. - с синхронной передачей, блокированным приемом.	Лабораторные занятия	6	6	ПК-1 ПК-3
2.3	Тема 2.1 "Реализация параллельных алгоритмов" Влияние аппаратной реализации PRAM и проблемы когерентности данных. Модели конкурентной и исключительной примитивных операций с памятью (EREW, CRCW, CREW, QRQW)	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1 ПК-3
2.4	Тема 2.2 "Моделирование параллельных программ. Реализация параллелизма различного вида" Показатели эффективности параллельного алгоритма и оценка максимально достижимого параллелизма. Параллелизм на примере модельных задач нахождения частных сумм последовательности числовых значений и умножения матриц.	Лекционные занятия	6	2	ПК-1 ПК-3
2.5	Тема 2.2 "Моделирование параллельных программ. Реализация параллелизма различного вида" Параллельные алгоритмы конвейерной передачи данных на системе с	Лабораторные занятия	6	4	ПК-1 ПК-3

	распределенной памятью со структурой сети связей между процессами - “линейка” (в MPI).				
2.6	Тема 2.3 "Методы передачи данных. Стандарт MPI" MPI: основные понятия и определения. Базовый (минимальный) набор функций MPI, достаточный для разработки параллельных программ. Пример: программа вычисления числа p. Операции передачи данных между двумя процессами. Коллективные операции передачи данных. Упаковка и распаковка разнотипных данных в MPI. Управление группами процессов и коммуникаторами. Виртуальные топологии. Модельный пример: умножение матрицы на вектор	Лекционные занятия	6	2	ПК-1 ПК-3
2.7	Тема 2.3 "Методы передачи данных. Стандарт MPI" Параллельный алгоритм скалярного произведения векторов с использованием редуцированных операций (MPI_Reduce(…), MPI_Allreduce(…)). Параллельный алгоритм скалярного произведения векторов с использованием парных взаимодействий (MPI_Send(…), MPI_Recv(…)). Сравнить время выполнения алгоритмов (в MPI).	Лабораторные занятия	6	6	ПК-1 ПК-3
2.8	Тема 2.3 "Методы передачи данных. Стандарт MPI" Межпроцессное взаимодействие и операционных UNIX-средах. Осуществление распараллеливания на уровне процессов. Осуществление распараллеливания на уровне нитей. Синхронизация выполнения нитей в POSIX-совместимых системах.	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1 ПК-3
2.9	Тема 2.4 "Протокол и библиотеки MPI" Состав функций, типы данных, организация обмена данными. Пример использования библиотеки MPI. Среда выполнения LAM. Установка, использование (компиляция и запуск программ, конфигурация вычислительной системы).	Лекционные занятия	6	2	ПК-1 ПК-3
2.10	Тема 2.4 "Протокол и библиотеки MPI" Параллельный алгоритм суммирования элементов векторов с использованием редуцированных операций (MPI_Reduce(…), MPI_Allreduce(…)) (в MPI).	Лабораторные занятия	6	4	ПК-1 ПК-3
2.11	Тема 2.4 "Протокол и библиотеки MPI" Разработка распределенных приложений с использованием механизма передачи сообщений MPI. Сокращенный (минимальный) набор функций MPI. Пример использования. Функции MPI для обменов многие-к-одному и один-ко-многим. Особенности использования микросуперскалярности процессоров в компиляторах для получения эффективного кода.	Самостоятельная работа	6	4	ПК-1 ПК-3
2.12	Подготовка к промежуточной аттестации	Зачет	6	0	ПК-1 ПК-3

Раздел 3. Параллельные алгоритмы. Стандарт OpenMP

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
3.1	Тема 3.1 "Методика разработки параллельных алгоритмов" Принцип «Разделяй-и-властвуй». Виды декомпозиции задачи: по данным, по коду, по выполнению, комбинированные. Примеры различных декомпозиций. Сортировка, выпуклые оболочки, матричные операции: примеры декомпозиции рекурсивного вида. Матричные операции: пример декомпозиции по данным, одно-, двух- и трехмерное разбиения. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов. Пример использования методики разработки параллельных алгоритмов для параллельного решения гравитационной задачи N тел.	Лекционные занятия	7	2	ПК-1 ПК-3
3.2	Тема 3.1 "Методика разработки параллельных алгоритмов" Выполнить вычислительный эксперимент для оценки эффективности параллельных вычислений (обработка двумерного массива: перестановки элементов, умножение матриц и векторов) с распараллеливанием вычислений с помощью технологии OpenMP. Варьировать размер массива от 10 до 10000, число потоков – 1,2,4,8.	Лабораторные занятия	7	2	ПК-1 ПК-3
3.3	Тема 3.2 "Базовые средства параллельного программирования вычислительных кластеров" Общая характеристика методов передачи данных, оценка времени выполнения коммуникационных операций. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем. Модель Хокни.	Лекционные занятия	7	2	ПК-1 ПК-3
3.4	Тема 3.2 "Базовые средства параллельного программирования вычислительных кластеров" Выполнить вычислительный эксперимент для оценки эффективности параллельных вычислений (алгоритмы сортировки) с распараллеливанием вычислений с помощью технологии OpenMP. Варьировать размер массива от 10 до 10000, число потоков – 1,2,4,8.	Лабораторные занятия	7	2	ПК-1 ПК-3
3.5	Тема 3.3 "Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью. Стандарт OpenMP" Общие сведения. Структура стандарта OpenMP. Достоинства	Лекционные занятия	7	2	ПК-1 ПК-3

	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 областью видимости данных. Совместимость директив и их параметров. Библиотека функций OpenMP. Функции для контроля/ запроса параметров среды исполнения. Функции синхронизации.П еременные среды исполнения. Пример программы произведения матриц. Сравнение технологий MPI и OpenMP для SMP-систем. Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров.				
3.6	Тема 3.3 "Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью. Стандарт OpenMP" Выполнить вычислительный эксперимент для оценки эффективности параллельных вычислений (решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса) с распараллеливанием вычислений с помощью технологии многопоточности на основе классов .NET (Thread, Task, Parallel). Варьировать размер сетки от 100 до 10000 точек, число потоков – 1,2,4,8.	Лабораторные занятия	7	4	ПК-1 ПК-3
3.7	Тема 3.3 "Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью. Стандарт OpenMP" Компиляторы Intel с поддержкой OpenMP. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений. Примеры	Самостоятельная работа	7	12	ПК-1 ПК-3
3.8	Тема 3.4 "Гибридная модель параллельного программирования" Совместное использование технологий программирования MPI, OpenMP. Решение задач с привлечением обеих технологий — MPI и OpenMP. Разбор особенностей совместного использования.	Лекционные занятия	7	2	ПК-1 ПК-3
3.9	Тема 3.4 "Гибридная модель параллельного программирования" Параллельные алгоритмы скалярного произведения векторов: с использованием редуцированной операции (reduction(…)); с использованием директив critical{…} или atomic.	Лабораторные занятия	7	4	ПК-1 ПК-3
3.10	Тема 3.4 "Гибридная модель параллельного программирования" Архитектура приложений в DCOM и CORBA. Сравнение технологий CORBA и DCOM. MICO – свободно распространяемая версия CORBA. Программирование для CORBA. Язык описания интерфейсов IDL в CORBA.	Самостоятельная работа	7	16	ПК-1 ПК-3

Раздел 4. Алгоритмы распараллеливания сортировки. Параллельные численные методы

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
4.1	Тема 4.1 "Принципы распараллеливания сортировки" Основные последовательные алгоритмы сортировки данных. Масштабирование параллельных вычислений. Параллельные методы сортировки. Пузырьковая сортировка. Сортировка Шелла. Быстрая сортировка. Обобщенный алгоритм.	Лекционные занятия	7	2	ПК-1 ПК-3
4.2	Тема 4.1 "Принципы распараллеливания сортировки" Матрица M1 распределена по процессам горизонтальными ленточными полосами, матрица M2 распределена вертикальными ленточными полосами. Матрицы M1 и M2 обе распределены по процессам горизонтальными ленточными полосами.	Лабораторные занятия	7	4	ПК-1 ПК-3
4.3	Тема 4.2 "Многопоточное программирование с использованием классов Visual Cod" Параллельное программирование в среде Visual Cod. Многопоточная обработка. Методы и свойства класса Thread. Фоновые потоки. Класс BackGroundWorker. Многозадачность на основе класса Task. Фабрика задач. Обобщенные классы задач и фабрики задач Task TResult, TaskFactory TResult, методы и свойства классов. Параллелизм задач. Параллелизм данных. Класс Parallel; методы Parallel.Invoke; Parallel.For; Parallel.Foreach.	Лекционные занятия	7	2	ПК-1 ПК-3
4.4	Тема 4.2 "Многопоточное программирование с использованием классов Visual Cod" Параллельный алгоритм умножения матрицы M на вектор V с использованием директивы распараллеливания параметрических циклов #pragma omp for. Параллельный алгоритм умножения матрицы M на вектор V с использованием “ручного” задания работ (распараллеливания циклов). Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу с использованием директивы распараллеливания параметрических циклов #pragma omp for. Сравнить показатели ускорения и эффективности приведенных алгоритмов, а так же сравнить их с аналогичными показателями этих же алгоритмов реализованных на системах с распределенной памятью.	Лабораторные занятия	7	4	ПК-1 ПК-3
4.5	Тема 4.3 "Параллельные численные методы"	Лекционные	7	2	ПК-1

	Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц (алгоритм Штрассена). Параллельная реализация волнового алгоритма. Быстрое преобразование Фурье. Решение системы линейных уравнений с трехдиагональной матрицей — метод редукции. Анализ вычислительной сложности алгоритмов, анализ накладных расходов на синхронизацию параллельных подзадач. Формулировка ряда численных методов, допускающих параллельное исполнение. Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц напрямую, формулировка и обсуждение вариантов параллельной реализации алгоритма Штрассена. Параллельная реализация волнового алгоритма поиска кратчайшего пути в графе для случая неориентированного планарного графа, топологически эквивалентного шахматной доске.	занятия			ПК-3
4.6	Тема 4.3 "Параллельные численные методы" Решение системы линейных алгебраических уравнений Ax = f методом простой итерации.	Лабораторные занятия	7	4	ПК-1 ПК-3
4.7	Тема 4.3 "Параллельные численные методы" Параллельная реализация быстрого преобразования Фурье. Решение системы линейных уравнений с трехдиагональной матрицей — метод редукции. Анализ вычислительной сложности алгоритмов, анализ накладных расходов на синхронизацию параллельных подзадач.	Самостоятельная работа	7	16	ПК-1 ПК-3

Раздел 5. Высокопроизводительные вычисления

№	Наименование темы, краткое содержание	Вид занятия / работы / форма ПА	Семестр / Курс	Количество часов	Компетенции
5.1	Тема 5.1 "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.	Лекционные занятия	7	2	ПК-1 ПК-3
5.2	Тема 5.1 "Высокоуровневые средства программирования многопроцессорных систем. DVM-система" Решение системы линейных алгебраических уравнений Ax = f методом Гаусса.	Лабораторные занятия	7	4	ПК-1 ПК-3
5.3	Тема 5.2 "Высокопроизводительные вычисления с применением графических процессоров (GPU). Технология NVidia CUDA" Параллельные алгоритмы строятся одновременно в MPI и OpenMP. Параллельные вычисления внутри узла вычислительного кластера осуществляются в OpenMP, а взаимодействия процессов, расположенных в разных узлах, осуществляются в MPI: Параллельные алгоритмы вычисления определенного интеграла y=f(x)dx с использованием метода прямоугольников (трапеций) для f (x)= sin(x), f (x)= x^2, f (x)=e^x	Лабораторные занятия	7	4	ПК-1 ПК-3
5.4	Тема 5.2 "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.	Самостоятельная работа	7	16	ПК-1 ПК-3
5.5	Подготовка к промежуточной аттестации	Экзамен	7	36	ПК-1 ПК-3

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Учебные, научные и методические издания

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Библиотека / Количество
1	Калачев А. В.	Многоядерные процессоры: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)| Бином. Лаборатория знаний, 2011	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2	Левин М. П.	Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)| Бином. Лаборатория знаний, 2008	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
3	Антонов А. С.	Параллельное программирование с использованием технологии MPI: курс: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2008	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	Абрамян М. Э.	Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI: учебное пособие	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2010	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
5		Информационные системы и технологии: журнал	Орел: Госуниверситет – УНПК, 2013	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
6	Алексеев А. А.	Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010: курс лекций	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
7	Биллиг В. А.	Параллельные вычисления и многопоточное программирование: учебное пособие	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
8		Информационные системы и технологии: журнал	Орел: Госуниверситет – УНПК, 2015	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
9	Николаев Е. И.	Параллельные вычисления: учебное пособие	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
10	Лысаков, К. Ф.	Практическое программирование на Python: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2023	ЭБС «IPR SMART»

5.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ИСС "КонсультантПлюс"
ИСС "Гарант"http://www.internet.garant.ru/
Общероссийский математический портал (информационная система)http://www.mathnet.ru/

5.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система РЕД ОС
Visual Studio Code

5.4. Учебно-методические материалы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:
- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, рабочие места в которых оборудованы необходимыми лицензионными и/или свободно распространяемыми программными средствами и выходом в Интернет, и/или в

специализированных лабораториях, предусмотренных образовательной программой.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

Приложение 1

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

1.1 Показатели и критерии оценивания компетенций:

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
ПК-1: способен использовать методы и инструментальные средства исследования объектов профессиональной деятельности, формализации предметной области с учетом ограничений			
З. основные понятия из области разработки программных систем, применяемые метрики, методы и инструментальные средства	знает методологии разработки программного обеспечения; правила написания понятной тестовой документации (тест-кейсы, тестпланы) при подготовке к опросу, зачету и экзамену	сформировавшееся систематическое знание методологии разработки программного обеспечения; правил написания понятной тестовой документации (тест-кейсы, тестпланы) при ответе на вопросы опроса, зачета и экзамена	6 семестр: вопросы к зачету (1-25), практико-ориентированные задания к зачету (1-5), лабораторные задания (раздел 1-2), вопросы для опроса (1-25); 7 семестр: вопросы к экзамену (1-25), практико-ориентированные к экзамену (1-5), лабораторные задания (раздел 3-5), вопросы для опроса (1-25)
У. применять основные методы разработки программного обеспечения; применять основные инструменты разработки программного обеспечения	применяет методы управления процессами разработки требований, оценки рисков, приобретения, проектирования, конструирования, тестирования, эволюции и сопровождения при выполнении лабораторных и практико-ориентированных заданий	корректность применения методов управления процессами разработки требований, оценки рисков, приобретения, проектирования, конструирования, тестирования, эволюции и сопровождения при выполнении лабораторных и практико-ориентированных заданий	6 семестр: вопросы к зачету (1-25), практико-ориентированные задания к зачету (1-5), лабораторные задания (раздел 1-2), вопросы для опроса (1-25); 7 семестр: вопросы к экзамену (1-25), практико-ориентированные к экзамену (1-5), лабораторные задания (раздел 3-5), вопросы для опроса (1-25)
В. основными методами разработки программного обеспечения; основными инструментами разработки программного обеспечения	разрабатывает программное обеспечение при выполнении лабораторных и практико-ориентированных заданий	корректность разработки программного обеспечения при выполнении лабораторных и практико-ориентированных заданий	6 семестр: вопросы к зачету (1-25), практико-ориентированные задания к зачету (1-5), лабораторные задания (раздел 1-2), вопросы для опроса (1-25); 7 семестр: вопросы к экзамену (1-25), практико-ориентированные к экзамену (1-5), лабораторные задания (раздел 3-5), вопросы для опроса (1-25)
ПК-3: способен разрабатывать компоненты программных комплексов (в том числе интерфейсы, драйвера, компиляторы, загрузчики, сборщики, системные утилиты) и баз данных с использованием современных инструментальных средств и технологий программирования			
З: основы информатики и программирования	знает программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования при подготовке к опросу, зачету и экзамену	сформировавшееся систематическое знание программных средств системного, прикладного и специального назначения, инструментальных средств, языков и систем программирования при ответе на вопросы опроса, зачета и экзамена	6 семестр: вопросы к зачету (1-25), практико-ориентированные задания к зачету (1-5), лабораторные задания (раздел 1-2), вопросы для опроса (1-25); 7 семестр: вопросы к экзамену (1-25), практико-ориентированные к экзамену (1-5), лабораторные задания (раздел 3-5), вопросы для опроса (1-25)

У: использовать современные технологии разработки программных продуктов	использует программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования при выполнении лабораторных и практико-ориентированных заданий	сформировавшееся систематическое умение использования программных средств системного, прикладного и специального назначения, инструментальных средств, языков и систем программирования при выполнении лабораторных и практико-ориентированных заданий	6 семестр: вопросы к зачету (1-25), практико-ориентированные задания к зачету (1-5), лабораторные задания (раздел 1-2), вопросы для опроса (1-25); 7 семестр: вопросы к экзамену (1-25), практико-ориентированные к экзамену (1-5), лабораторные задания (раздел 3-5), вопросы для опроса (1-25)
В: навыками разработки алгоритмов в виде блок-схемы и составления плана ручного тестирования разрабатываемого программного продукта	владеет навыками применения программных средств системного, прикладного и специального назначения, инструментальных средств, языков и систем программирования при выполнении лабораторных и практико-ориентированных заданий	сформировавшееся систематическое владение навыками применения программных средств системного, прикладного и специального назначения, инструментальных средств, языков и систем программирования при выполнении лабораторных и практико-ориентированных заданий	6 семестр: вопросы к зачету (1-25), практико-ориентированные задания к зачету (1-5), лабораторные задания (раздел 1-2), вопросы для опроса (1-25); 7 семестр: вопросы к экзамену (1-25), практико-ориентированные к экзамену (1-5), лабораторные задания (раздел 3-5), вопросы для опроса (1-25)

1.2 Шкалы оценивания:
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале.
- 84-100 баллов (оценка «отлично»);
- 67-83 баллов (оценка «хорошо»);
- 50-66 баллов (оценка удовлетворительно);
- 0-49 баллов (оценка неудовлетворительно).

- 50-100 баллов (зачтено);
- 0-49 баллов (не зачтено).

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

6 семестр
Вопросы к зачету

1.Основы MPI
2. Запуск MPI программ
3. Группы коммуникаторов и процессов.
4. Сообщения MPI.
5. Коммуникаторы.
6. Блокирующее поведение
7. Неблокирующее поведение. Неблокирующие вызовы
8. Способы коммуникации.
9. Синхронная коммуникация.
10. Коммуникация по готовности.
11. Буферизованная коммуникация.
12. Стандартизованная коммуникация.
13. Основные функции коллективной коммуникации.
14. Операция широкой рассылки (broadcast).
15. Операция сбора (gather).
16. Операция глобального приведения (global reduction.
17. Изменение кода параллельной программы.

18. Вспользование функции MPI_Scatterv.
19. Использование функции MPI_Scatter.
20. Использование функции MPI_Gatherv.
21. Основные функции, необходимые для создания групп и коммуникаторов.
22. Основные функции, необходимые для получения информации о коммуникаторах.
23. Основные типы данных MPI.
24. Производные типы данных.
25. Общие типы данных и карты типов. Диапазон типа данных.

Практико-ориентированные задания к зачету

Задание 1. Постановка задачи распараллеливания существующих сериальных алгоритмов. Пример суммирования массива. Реализация параллельных алгоритмов с использованием процессов.
Задание 2. Расчет относительной эффективности способов коммуникации.
Задание 3. Основные функциии коллективной коммуникации: операциями широкой рассылки (broadcast), сбора (gather) и глобального приведения (global reduction). Расчет параллельного волнового уравнения. Представление результатов расчета.
Задание 4. Программа вычисления числа π. Операции передачи данных между двумя процессами. Коллективные операции передачи данных.
Задание 5. Управление группами процессов и коммуникаторами. Модельный пример: умножение матрицы на вектор.

Критерии оценивания:

- 50-100 баллов («зачтено») – изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленной программой курса целью обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных навыков и умений при решении практико-ориентированных заданий, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;
- 0-49 баллов («не зачтено») – ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять умения и навыки при решении практико-ориентированных заданий, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

7 семестр

Вопросы к экзамену

1. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов. Принцип «Разделяй-и-властвуй». Виды декомпозиции задачи: по данным, по коду, по выполнению, комбинированные. Примеры различных декомпозиций.
2. Сортировка, выпуклые оболочки, матричные операции: примеры декомпозиции рекурсивного вида.
3. Матричные операции: пример декомпозиции по данным, одно-, двух- и трехмерное разбиения.
4. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов.
5. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем. Модель Хокни.
6. Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью. Стандарт OpenMP. Общие сведения. Структура стандарта OpenMP. Достоинства технологии OpenMP.
7. Модель параллелизма OpenMP. Модель памяти OpenMP. Директивы OpenMP. Типы директив. Формат записи директив.
8. OpenMP. Определение параллельной области. Распределение вычислений между потоками. Директивы синхронизации. Директивы управления областью видимости данных. Совместимость директив и их параметров.
9. Библиотека функций OpenMP. Функции для контроля/запроса параметров среды исполнения. Функции синхронизации. Переменные среды исполнения.
10. Сравнение технологий MPI и OpenMP. Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.
11. Принципы распараллеливания сортировки. Основные последовательные алгоритмы сортировки данных. Масштабирование параллельных вычислений.
12. Параллельные методы сортировки. Пузырьковая сортировка. Сортировка Шелла. Быстрая сортировка. Обобщенный алгоритм.
13. Многопоточное программирование с использованием классов MS Visual Cod. Многопоточная обработка. Методы и свойства класса Thread. Фоновые потоки. Класс BackGroundWorker.
14. Многозадачность на основе класса Task. Фабрика задач. Обобщенные классы задач и фабрики задач Task TResult, TaskFactory TResult, методы и свойства классов.
15. Параллелизм задач. Параллелизм данных. Класс Parallel; методы Parallel.Invoke; Parallel.For; Parallel.Foreach.
16. Параллельные численные методы. Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц (алгоритм Штрассена).

17. Параллельная реализация волнового алгоритма поиска кратчайшего пути в графе для случая неориентированного планарного графа.
18. Параллельная реализация быстрого преобразования Фурье.
19. Высокоуровневые средства программирования многопроцессорных систем. DVM-система. Общие сведения, цели создания, принципы построения.
20. Модель параллелизма, модель выполнения и модель программирования DVM.
21. Языки программирования DVM. Директивы DVM (на примере языка C-DVM).
22. Высокопроизводительные вычисления с применением графических процессоров (GPU). Архитектура современных GPU.
23. Технология NVidia CUDA. Модели и шаблоны программирования с использованием технологии CUDA. Модель памяти CUDA. Типы памяти.
24. Введение в вычисления общего назначения с использованием GPU. Основные архитектурные отличия GPU от CPU.
25. Оптимизация CUDA-приложений. Модель исполнения CUDA. Компиляция CUDA-приложений.

Практико-ориентированные задания к экзамену

Задание 1 Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем.
Задание 2 Решение системы линейных алгебраических уравнений Ax=f методом Гаусса.
Задание 3. Решение системы линейных алгебраических уравнений Ax=f методом простой итерации.
Задание 4. Сортировка Шелла.
Задание 5. Пузырьковая сортировка.

Критерии оценивания:
- 84-100 баллов (оценка «отлично») - изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;
- 67-83 баллов (оценка «хорошо») - наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины;
- 50-66 баллов (оценка удовлетворительно) - наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целями обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике;
- 0-49 баллов (оценка неудовлетворительно) - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

Лабораторные задания

1.Тематика лабораторных работ по разделам и темам

6 семестр

Раздел 1 «Введение в параллельные вычисления».

Тема 1.1 "Основы параллельных вычислений"

Лабораторное задание 1 Запуск MPI программ. Компиляция. Настройки для сборки и счета. Запуск в пакете. Шесть базовых вызовов. Сообщения MPI. Коммуникаторы.

Тема 1.2 "Обзор параллельных вычислительных систем и их классификация"

Лабораторное задание 2 Упражнение на тупик. Распараллеливание метода наименьших квадратов.

Тема 1.3 "Способы организации параллельной обработки данных"

Лабораторное задание 3 Расчет относительной эффективности способов коммуникации. Влияние замены блокирующего получения на неблокирующее получение на синхронизационную накладку.

Тема 1.4 "Вычислительные кластеры"

Лабораторное задание 4 Основные функции коллективной коммуникации: операциями широкой рассылки (broadcast), сбора (gather) и глобального приведения (global reduction). Расчет параллельного волнового уравнения.

Раздел 2 «Параллельные алгоритмы. Стандарт MPI».

Тема 2.1 "Реализация параллельных алгоритмов"

Лабораторное задание 5 Параллельные алгоритмы циклического сдвига на системе с распределенной памятью со структурой сети связей между процессами - “кольцо”, в которых каждый процесс инициирует рассылку своего сообщения одновременно в каком-либо выбранном направлении по кольцу (в MPI):
- с асинхронной блокированной передачей, блокированным приемом.
- с асинхронной неблокированной передачей, неблокированным приемом.

- с синхронной передачей, блокированным приемом.

Тема 2.2 "Моделирование параллельных программ. Реализация параллелизма различного вида"

Лабораторное задание 6 Параллельные алгоритмы конвейерной передачи данных на системе с распределенной памятью со структурой сети связей между процессами - “линейка” (в MPI).

Тема 2.3 "Методы передачи данных. Стандарт MPI"

Лабораторное задание 7 Параллельный алгоритм скалярного произведения векторов с использованием редуцированных операций (MPI_Reduce(…), MPI_Allreduce(…)). Параллельный алгоритм скалярного произведения векторов с использованием парных взаимодействий (MPI_Send(…), MPI_Recv(…)). Сравнить время выполнения алгоритмов (в MPI).

Тема 2.4 "Протокол и библиотеки MPI"

Лабораторное задание 8 Параллельный алгоритм суммирования элементов векторов с использованием редуцированных операций (MPI_Reduce(…), MPI_Allreduce(…)) (в MPI).

Критерии оценивания:

За 6 семестр

Максимальное количество баллов: 80 баллов.

Каждое задание оценивается максимум в 10 баллов.

10 б. – задание выполнено верно;

9-6 б. – при выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат;

5-3 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;

2-1 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки.

0 б. – задание не выполнено.

7 семестр

Раздел 3 «Параллельные алгоритмы. Стандарт OpenMP».

Тема 3.1 "Методика разработки параллельных алгоритмов"

Лабораторное задание 1 Выполнить вычислительный эксперимент для оценки эффективности параллельных вычислений (обработка двумерного массива: перестановки элементов, умножение матриц и векторов) с распараллеливанием вычислений с помощью технологии OpenMP. Варьировать размер массива от 10 до 10000, число потоков – 1,2,4,8.

Тема 3.2 "Базовые средства параллельного программирования вычислительных кластеров"

Лабораторное задание 2 Выполнить вычислительный эксперимент для оценки эффективности параллельных вычислений (алгоритмы сортировки) с распараллеливанием вычислений с помощью технологии OpenMP. Варьировать размер массива от 10 до 10000, число потоков – 1,2,4,8.

Тема 3.3 "Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью. Стандарт OpenMP"

Лабораторное задание 3 Выполнить вычислительный эксперимент для оценки эффективности параллельных вычислений (решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса) с распараллеливанием вычислений с помощью технологии многопоточности на основе классов .NET (Thread, Task, Parallel). Варьировать размер сетки от 100 до 10000 точек, число потоков – 1,2,4,8.

Тема 3.4 "Гибридная модель параллельного программирования"

Лабораторное задание 4 Параллельные алгоритмы скалярного произведения векторов: с использованием редуцированной операции (reduction(…)); с использованием директив critical{…} или atomic.

Раздел 4 «Алгоритмы распараллеливания сортировки. Параллельные численные методы».

Тема 4.1 "Принципы распараллеливания сортировки"

Лабораторное задание 5 Матрица M1 распределена по процессам горизонтальными ленточными полосами, матрица M2 распределена вертикальными ленточными полосами.

Матрицы M1 и M2 обе распределены по процессам горизонтальными ленточными полосами.

Тема 4.2 "Многопоточное программирование с использованием классов Visual Cod"

Лабораторное задание 6 Параллельный алгоритм умножения матрицы M на вектор V с использованием директивы распараллеливания параметрических циклов #pragma omp for. Параллельный алгоритм умножения матрицы M на вектор V с использованием “ручного” задания работ (распараллеливания циклов). Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу с использованием директивы распараллеливания параметрических циклов #pragma omp for. Сравнить показатели ускорения и эффективности приведенных алгоритмов, а так же сравнить их с аналогичными показателями этих же алгоритмов реализованных на системах с распределенной памятью.

Тема 4.3 "Параллельные численные методы"

Лабораторное задание 7 Решение системы линейных алгебраических уравнений Ax = f методом простой итерации.

Раздел 5 «Высокопроизводительные вычисления».

Тема 5.1 "Высокоуровневые средства программирования многопроцессорных систем. DVM-система"
Лабораторное задание 8 Решение системы линейных алгебраических уравнений Ax = f методом Гаусса.
Тема 5.2 "Высокопроизводительные вычисления с применением графических процессоров (GPU). Технология NVidia CUDA"
Лабораторное задание 9 Параллельные алгоритмы строятся одновременно в MPI и OpenMP. Параллельные вычисления внутри узла вычислительного кластера осуществляются в OpenMP, а взаимодействия процессов, расположенных в разных узлах, осуществляются в MPI: Параллельные алгоритмы вычисления определенного интеграла y=f(x)dx с использованием метода прямоугольников (трапеций) для f (x)= sin(x), f (x)= x^2, f (x)=e^x

Критерии оценивания:
За 7 семестр
Максимальное количество баллов: 90 баллов.
Каждое задание оценивается максимум в 10 баллов.
10 б. – задание выполнено верно;
9-6 б. – при выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат;
5-3 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;
2-1 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки.
0 б. – задание не выполнено.

Вопросы для опроса
6 семестр

1.Основы MPI
2. Запуск MPI программ
3. Группы коммуникаторов и процессов.
4. Сообщения MPI.
5. Коммуникаторы.
6. Блокирующее поведение
7. Неблокирующее поведение. Неблокирующие вызовы
8. Способы коммуникации.
9. Синхронная коммуникация.
10. Коммуникация по готовности.
11. Буферизованная коммуникация.
12. Стандартизованная коммуникация.
13. Основные функции коллективной коммуникации.
14. Операция широкой рассылки (broadcast).
15. Операция сбора (gather).
16. Операция глобального приведения (global reduction.
17. Изменение кода параллельной программы.
18. Вспользование функции MPI_Scatterv.
19. Использование функции MPI_Scatter.
20. Использование функции MPI_Gatherv.
21. Основные функции, необходимые для создания групп и коммуникаторов.
22. Основные функции, необходимые для получения информации о коммуникаторах.
23. Основные типы данных MPI.
24. Производные типы данных.
25. Общие типы данных и карты типов. Диапазон типа данных.

Критерии оценивания:
За 6 семестр
Максимальное количество баллов: 20 баллов.
Во время опроса обучаемому задаются 5 вопросов.
За один ответ обучаемый получает:
4 б. – за правильный ответ;
3 б. – при ответе были допущены неточности, не влияющие на результат;
2 б. – при ответе были допущены ошибки;
1 б. – при ответе были допущены существенные ошибки.
0 б. – не ответил на вопрос.

7 семестр

1. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов. Принцип «Разделяй-и-властвуй». Виды декомпозиции задачи: по данным, по коду, по выполнению, комбинированные. Примеры различных декомпозиций.
2. Сортировка, выпуклые оболочки, матричные операции: примеры декомпозиции рекурсивного вида.
3. Матричные операции: пример декомпозиции по данным, одно-, двух- и трехмерное разбиения.
4. Общая схема и методика разработки параллельных алгоритмов.
5. Оценка трудоемкости операций передачи данных для кластерных систем. Модель Хокни.
6. Базовые средства параллельного программирования систем с общей памятью. Стандарт OpenMP. Общие сведения. Структура стандарта OpenMP. Достоинства технологии OpenMP.
7. Модель параллелизма OpenMP. Модель памяти OpenMP. Директивы OpenMP. Типы директив. Формат записи директив.
8. OpenMP. Определение параллельной области. Распределение вычислений между потоками. Директивы синхронизации. Директивы управления областью видимости данных. Совместимость директив и их параметров.
9. Библиотека функций OpenMP. Функции для контроля/запроса параметров среды исполнения. Функции синхронизации. Переменные среды исполнения.
10. Сравнение технологий MPI и OpenMP. Гибридный (MPI+OpenMP) подход для SMP-кластеров. Инструментальные средства разработки и отладки многопоточных приложений.
11. Принципы распараллеливания сортировки. Основные последовательные алгоритмы сортировки данных. Масштабирование параллельных вычислений.
12. Параллельные методы сортировки. Пузырьковая сортировка. Сортировка Шелла. Быстрая сортировка. Обобщенный алгоритм.
13. Многопоточное программирование с использованием классов MS Visual Cod. Многопоточная обработка. Методы и свойства класса Thread. Фоновые потоки. Класс BackGroundWorker.
14. Многозадачность на основе класса Task. Фабрика задач. Обобщенные классы задач и фабрики задач Task TResult, TaskFactory TResult, методы и свойства классов.
15. Параллелизм задач. Параллелизм данных. Класс Parallel; методы Parallel.Invoke; Parallel.For; Parallel.Foreach.
16. Параллельные численные методы. Умножение матрицы на вектор. Произведение матриц (алгоритм Штрассена).
17. Параллельная реализация волнового алгоритма поиска кратчайшего пути в графе для случая неориентированного планарного графа.
18. Параллельная реализация быстрого преобразования Фурье.
19. Высокоуровневые средства программирования многопроцессорных систем. DVM-система. Общие сведения, цели создания, принципы построения.
20. Модель параллелизма, модель выполнения и модель программирования DVM.
21. Языки программирования DVM. Директивы DVM (на примере языка C-DVM).
22. Высокопроизводительные вычисления с применением графических процессоров (GPU). Архитектура современных GPU.
23. Технология NVidia CUDA. Модели и шаблоны программирования с использованием технологии CUDA. Модель памяти CUDA. Типы памяти.
24. Введение в вычисления общего назначения с использованием GPU. Основные архитектурные отличия GPU от CPU.
25. Оптимизация CUDA-приложений. Модель исполнения CUDA. Компиляция CUDA-приложений.

Критерии оценивания:
За 7 семестр
Максимальное количество баллов: 10 баллов.
Во время опроса обучаемому задаются 5 вопросов.
За один ответ обучаемый получает:
2 б. – за правильный ответ;
1 б. – при ответе были допущены ошибки;
0 б. – не ответил на вопрос.

3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.
Текущий контроль успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.
Промежуточная аттестация проводится в форме зачета и экзамена.

Зачет проводится по расписанию промежуточной аттестации. Количество вопросов в задании – 3: два теоретических вопроса и одно практико-ориентированное задание. Объявление результатов производится в день зачета. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Экзамен проводится по расписанию промежуточной аттестации в письменном виде. Количество вопросов в экзаменационном задании – 3: два теоретических вопроса и одно практико-ориентированное задание. Проверка ответов и объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Приложение 2

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:
- лекции;
- лабораторные занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются основные теоретические вопросы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются навыки практической работы.

При подготовке к лабораторным занятиям каждый студент должен:
– изучить рекомендованную учебную литературу;
– изучить конспекты лекций;
– подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Вопросы, не рассмотренные на лабораторных занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется в ходе занятий методом опроса. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников. Выделить непонятные термины, найти их значение в энциклопедических словарях.

Студент должен готовиться к предстоящему лабораторному занятию по всем, обозначенным в рабочей программе дисциплины вопросам.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.