

**Негосударственное аккредитованное некоммерческое
Частное образовательное учреждение высшего образования
«АКАДЕМИЯ МАРКЕТИНГА И СОЦИАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ – ИМСИТ»
(г. Краснодар)**

**Факультет информатики и вычислительной техники
Кафедра математики и вычислительной техники**



УТВЕРЖДАЮ
Председатель НМС,
проректор по учебной работе,
профессор

Н.Н. Павелко

16 апреля 2018г.

**Б1.В.ДВ.07.02
ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

рабочая программа учебной дисциплины
для студентов направления подготовки
09.03.04 Программная инженерия
Направленность (профиль) программы:
«Информационно-вычислительные системы»
Квалификация (степень выпускника) бакалавр

**г. Краснодар
2018**

Рабочая программа составлена с учётом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. № 229

Составитель _____  В.В. Бужан

Согласовано:

Проректор по качеству, доцент



К.В. Писаренко

Рецензенты:

Левченко В.И., к.т.н., доцент, доцент кафедры автоматизации производственных процессов КубГТУ

Суриков А.И., директор ООО «1С-КОНСОЛЬ»

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры математики и вычислительной техники от 19.03.2018 г., протокол №8

Зав. кафедрой математики и вычислительной техники, к.т.н., доцент _____



Н.С.Нестерова

Рабочая программа утверждена на заседании Научно-методического совета Академии от 16.04.2018 г., протокол №8.

1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к образовательным результатам и результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих дисциплину «Инструментальные средства и технологии программирования», учебных ассистентов и студентов направления подготовки 09.03.04 Программная инженерия обучающихся по образовательной 09.03.04 Программная инженерия.

Программа учебной дисциплины разработана в соответствии с:

- Образовательной программой 09.03.04 Программная инженерия

2 Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины «Высокопроизводительные вычислительные системы»:

- дать студентам представление о принципах построения, функционирования и использования высокопроизводительных вычислительных систем;
- привить студентам навыки исследовательской работы, предполагающей самостоятельное изучение рабочей документации, специфических инструментов и программных средств, позволяющих смоделировать работу высокопроизводительных вычислительных систем.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК -3 готовностью применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов

ПК -1 готовностью применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения

ПК – 3 владением навыками использования различных технологий разработки программного обеспечения

В результате изучения дисциплины студент должен:

ЗНАТЬ:

- Методы параллельных вычислений для задач вычислительной математики (матричные вычисления, решение систем линейных уравнений, сортировка, обработка графов, уравнения в частных производных, многоэкстремальная оптимизация).
- Основные подходы к разработке параллельных программ.

УМЕТЬ:

- Строить модель выполнения параллельных программ.
- Оценивать эффективности параллельных вычислений.
- Анализировать сложность вычислений и возможность распараллеливания разрабатываемых алгоритмов.
- Применять общие схемы разработки параллельных программ для реализаций собственных алгоритмов.
- Оценивать основные параметры получаемых параллельных программ, таких как ускорение, эффективность и масштабируемость

ВЛАДЕТЬ:

- основами разработки параллельных программ для многоядерных/многопроцессорных вычислительных систем.

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится дисциплинам по выбору, профессионального цикла, обеспечивающих подготовку бакалавров.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Информатика,
- Программирование,
- Организация систем и сетей, Операционные системы, Объектно-ориентированное программирование Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:
 - знание ПК на уровне продвинутого пользователя,
 - умение ориентироваться в локальных и глобальных компьютерных сетях,
 - понимание принципов работы ЭВМ,
 - знание основ построения алгоритмов.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Микропроцессорные устройства и системы,
- Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ,
- Теория проектирования систем и сетей,
- Технологии параллельных вычислений,
- Проектирование человеко-машинных интерфейсов,
- Системное программное обеспечение,

Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Всего часов /зачетн. ед.	Семестр 8
Аудиторные занятия, всего	36/1	36/1
в том числе:		
лекции	12/0,33	12/0,33
практические занятия (ПЗ)	24/0,67	24/0,67
Самостоятельная работа, всего	36/1	36/1
в том числе:		
Самостоятельное решение задач.	18/0,5	18/0,5
Подготовка к контрольным работам	18/0,5	18/0,5
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет
Общая трудоемкость по дисциплине		
часы	72	72
зачетные единицы	2	2

5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самост. работа
			Лек-ции	Семи-нары	Практ. занятия	
3 модуль						
1	Введение	2	2			

2	Парадигмы организации параллельного вычислительного процесса	16	4		12	8
3	Классификации параллельных ВС	8	8			10
4	Архитектурно-технологические особенности высокопроизводительных ВС	4	4			18
5	Особенности программирования высокопроизводительных ВС	14	4		10	20
	Итого:	44	22		22	56
4 модуль						
6	История развития ВПВС	2	2			10
7	Математические модели ВПВС	4	4			10
8	Примеры параллельных алгоритмов	4	4			6
9	Оценка производительности ВПВС	4	4			6
10	Моделирование ВПВС	26	6		20	18
	Итого:	40	20		20	50

7 Критерии оценки знаний, навыков

Оценка складывается из двух составляющих: накопительная оценка и оценка на экзамене. Коэффициент у этих двух равен 0.5.

8 Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 3

РАЗДЕЛ 1. Введение (общее количество часов – 2)

Лекции – 2 часа. Темы: Суперкомпьютер. Области применения высокопроизводительных вычислительных систем (ВПВС). Способы повышения производительности ВС: параллельность, распределенность. Факторы, сдерживающие производительность: особенности алгоритма. Законы развития ВПВС. Уровни организации ВПВС: архитектурный, программный, алгоритмический. Общая классификация ВПВС. Аппаратная база ВПВС. Полезные свойства ВПВС: масштабируемость, гетерогенность, простота программирования.

Самостоятельная работа – 2 часа: Изучение литературы к данному разделу дисциплины.

Литература по разделу:

- Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многоядерных многопроцессорных систем. Учебное пособие – Нижний Новгород; Изд-во ННГУ им. Н.И.Лобачевского, 2010. 421 с.

- Старченко А.В., Берцун В.Н. Методы параллельных вычислений: Учебник. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. – 223 с.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» Программа дисциплины «Высокопроизводительные вычислительные системы» для направления 09.03.04 Программная инженерия подготовки бакалавра

- Таненбаун Э. Архитектура компьютера. 5-е изд. (+CD). – СПб.: Питер, 2007. – 844с.
- Корнеев В.В, Киселев А.В. Современные микропроцессоры. – 3-е изд. перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003 – 448 с.

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: лекция, презентация, обсуждение отдельных вопросов.

РАЗДЕЛ 2. Парадигмы организации параллельного вычислительного процесса (общее количество часов – 16)

Лекции – 4 часа. Темы: - Арифметический и потоковый граф. Основные парадигмы организации параллельного вычислительного процесса. Уровни параллелизма в вычислительной системе с управлением потоком команд. Архитектурные решения в области ВС с управлением потоком данных.

Практические занятия – 4 часа. Темы: Имитационное моделирование вычислительной системы с управлением потоком данных.

Самостоятельная работа – 8 часов: Изучение литературы к данному разделу дисциплины.

Литература по разделу:

- В.С. Бурцев, Л.Г. Тарасенко Использование микропроцессоров традиционной архитектуры в системе потока данных. // Сб. В.С. Бурцев Параллелизм вычислительных процессов и развитие архитектуры суперЭВМ М, 1997. URL: http://www.computer-museum.ru/books/Burcev_parallelizm.pdf
- Салибебян С.М., Панфилов П.Б. Объектно-атрибутная архитектура – новый подход к созданию объектных систем // Информационные технологии. 2012, №2 стр. 8-14
- Jurij Silk, Borut Robic and Theo Ungerer «Asynchrony in parallel computing: From dataflow to multithreading» Institut Jozef Stefan, Technical Report CDS-97-4, September 1997.

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: прослушивание лекций, самостоятельное изучение материала.

РАЗДЕЛ 3. Классификации параллельных ВС (общее количество часов – 8)

Лекции – 4 часа. Темы: Классификация Флинна, Хендлера, Фенга, Джонсона и др. Классификация ВПВС относительно организации памяти: MPP, SMP, NUMA, cc-NUMA. Классификация по организации вычислительного процесса: конвейерные, суперскалярные, WLIV, мультискалярные и т.д.

Самостоятельная работа (10 часов) – Изучение литературы к данному разделу.

Литература по разделу:

- <https://parallel.ru/computers/taxonomy>

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: прослушивание лекций, самостоятельное изучение материала.

РАЗДЕЛ 4. Архитектурно-технологические особенности высокопроизводительных ВС (общее количество часов – 4)

Лекции – 4 часа. Темы: Коммуникационная среда ВПВС. Гетерогенные ВС, гетерогенные ВС на GPU. Неклассические архитектуры: ВС с управлением потоком данных (dataflow), мультипроцессор с динамической архитектурой (МДА).

Самостоятельная работа – 18 час на выполнение практических заданий, на выполнение домашнего задания и подготовку к текущему контролю.

Литература по разделу:

- Параллельные вычисления на GPU. Архитектуры и программная модель CUDA: Учеб. пособие / А.В. Боресков и др. Предисл.: А.В. Садовничий. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 336 с.
- Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум, М. ван Стеен. — СПб.: Питер, 2003. — 877 с:

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: прослушивание курса лекций, самостоятельное изучение литературных источников данного раздела.

РАЗДЕЛ 5. Особенности программирования высокопроизводительных ВС (общее количество часов – 14)

Лекции – 4 часов. Темы: Языки и библиотеки программирования SMP-систем: OpenMP, OpenCL, HPF и др. Языки и библиотеки программирования SMP-систем: MPI и др. Программные методы синхронизации вычислений в ВС с управлением потоком команд. Функциональные языки программирования: лямбда-исчисление, язык ПИФАГОР, язык Erlang. Параллелизм на уровне программы (параллелизмы итеративный, рекурсивный, производитель-потребители, клиент-серверы, взаимодействующие равные)

Практические занятия – 10 часов. Темы: Моделирование параллельной вычислительной системы.

Самостоятельная работа – 10 часов на изучение литературных источников к данному разделу учебного курса.

Литература по разделу:

- Параллельные вычисления на GPU. Архитектуры и программная модель CUDA: Учеб. пособие / А.В. Боресков и др. Предисл.: А.В. Садовничий. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 336 с.
- Антонов А.С. "Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие". - М.: Изд-во МГУ, 2009
- Основы параллельного программирования с использованием технологий MPI и OpenMP: учебное пособие / Р.В. Жалнин, Е.Н. Панюшкина, Е. Е. Пескова, П.А. Шаманаев. – Саранск: Изд-во СВМО, 2013. – 78 с.
- Филд А. Харрисон П. Функциональное программирование: Пер. с англ. – М.: Мир, 1993

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: чтение лекций, самостоятельное написание параллельной программы, самостоятельное изучение литературы к данному разделу.

МОДУЛЬ 4

РАЗДЕЛ 6. История развития ВПВС (общее количество часов – 2)

Лекции – 2 часа. Темы: Этапы развития ВПВС. Наиболее значимые ВПВС: CDC - 6600, Cray -1, -2, ЕС-1066, ПС-2000, «Эльбрус-2», Беовульф. Архитектуры. Методы синтеза систолических массивов.

Самостоятельная работа – 10 часов литературных источников к данному разделу курса.

Литература по разделу:

- WWW.Parallel.ru

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: чтение лекций, самостоятельная работа студентов.

РАЗДЕЛ 7. Математические модели ВПВС (общее количество часов – 4).

Лекции – 4 часа. Темы: Закон Амдала. Закон Густафсона. Закон Сана-Ная. Метрика Кар-па-Флэтта. Метрики параллелизма. Закон квадрата оборудования. Закон Мура. И др.

Самостоятельная работа – 10 часов на изучение литературы к данному разделу.

Литература по разделу:

- Воеводин В.В., Воеводин Вл. В., Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: самостоятельная подготовка к экзамену, запоминание материала и обсуждение непонятных разделов на консультации.

РАЗДЕЛ 8 Примеры параллельных алгоритмов (общее количество часов – 4).

Лекции – 4 часа. Темы: Параллельные алгоритмы упорядочивания массива Разностная схема расчета непрерывных математических моделей. Алгоритмы на графах.

Самостоятельная работа – 6 часов Изучение материала к данному разделу курса.

Литература по разделу:

- Старченко А.В., Берцун В.Н. Методы параллельных вычислений: Учебник. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. – 223 с.

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: чтение лекций, самостоятельное изучение материала студентами.

РАЗДЕЛ 9. Оценка производительности ВПВС (общее количество часов – 4).

Лекции – 4 часа. Темы: Пиковая и реальная производительность. Определение реальной производительности ВПВС (производительность на конкретных программах, тестовые пакеты для определения производительности ВПВС (Linpack, SPEC, GRAPH-500). «Узкое место» («бутылочное горлышко») как основной ограничитель производительности ВПВС.

Самостоятельная работа – 6 часов на изучение лекционного материала, изучение литературы к данному разделу курса.

Литература по разделу:

- Тесты для измерения производительности многопроцессорных вычислительных систем. URL: <http://gpp.nashaucheba.ru/docs/index-160920.html>

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: чтение лекций, самостоятельная работа студентов.

РАЗДЕЛ 10. Моделирование ВПВС (общее количество часов – 26).

Лекции – 6 часов. Темы: N-схема моделирования. Сетевой график и диаграмма Ганта. F-схема моделирования. P- и Q-схемы моделирования.

Практические занятия – 20 часов. Темы: P- и Q-схемы моделирования. **Самостоятельная работа** – 6 часов на изучение лекционного материала, выполнение к практической работы и подготовку к текущему контролю.

Литература по разделу:

- Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. — Учеб. пособие для втузов. — 2-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2000. — 383 с.
- 2. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. Пер. с англ. /Пер. И.И. Глушко; ред. В.И. Нейман. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
- Миллер Б. М., Панков А. Р. Теория случайных процессов в примерах и задачах. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. -320 с.
- Л.Г.Чернова ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ MathCad. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ. // Новотроицкий филиал ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 2012
- Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.

Формы и методы проведения занятий по разделу, применяемые учебные технологии: чтение лекций, практические работы: математическое моделирование вычислительной системы..

9 Образовательные технологии

Лекции, практические занятия

9.1 Методические рекомендации преподавателю

При приёме выполненной работы студент должен продемонстрировать понимание практических и теоретических вопросов, для чего

- продемонстрировать результаты выполнения моделирующей программы, реализующей тот или иной архитектурный принцип построения или функционирования ВПВС, или результаты ручного счёта,
- пояснить последовательность выполнения практического задания,
- уметь ответить на теоретические вопросы.

При обнаружении в излагаемом студентом объяснении (расчётах) пробела или ошибки следует подробно объяснить студенту, почему излагаемое им объяснение (расчёты) являются некорректными. Работа при этом считается не выполненной. Студент может доработать задание и попробовать сдать ещё раз. Количество попыток не ограничивается, но студент должен сдать все задачи за отведённое время на практические работы (42 аудиторных часа за два модуля).

9.2 Методические указания студентам

Посещать лекции, изучать основную и дополнительную литературу по дисциплине, выполнять и защищать практические работы. По результатам выполнения составить отчёт по форме. При защите работ результат моделирующей программы, изучаемый архитектурный принцип или результаты собственных расчётов следует излагать подробно, последовательно и ясно. По тексту отчёта следует пояснить все этапы выполнения работы и сделанные выводы. Для защиты любой практической работы студент должен ответить на теоретические вопросы из списка.

10 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

10.1 Оценочные средства для оценки качества освоения дисциплины в ходе текущего контроля

10.2 Примеры заданий промежуточной аттестации

по курсу лекций. Студенты, получившие накопленную оценку отлично (8-10 баллов) по текущему контролю, освобождаются от экзамена.

Примерный перечень вопросов к экзамену по всему курсу для самопроверки студентов.

1. Понятие архитектуры ВС, история и тенденции развития архитектуры ВС. Способы организации и типы ВС. Классификация систем обработки данных по способу построения (одомашинные СОД, вычислительные комплексы, вычислительные системы, системы телеобработки, вычислительные сети).
2. Характеристики и параметры вычислительных систем. Определение эффективности, производительности, загрузки, времени ответа. Характеристики надежности, стоимости. Зависимость характеристик производительности от режимов обработки данных.
3. Параллельная обработка информации. Способы организации параллельной обработки. Типы параллелизма (естественный параллелизм независимых задач, параллелизм независимых ветвей, параллелизм данных).
5. Классификация ВПВС по Финну.
6. Парадигма dataflow.
7. Уровни параллелизма.
8. Схемы моделирования ВС
9. Параллельные алгоритмы упорядочивания массива.
10. Способы определения реальной производительности ВПВС.

12 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

Дисциплина «Технологии параллельного программирования» обеспечивается необходимой учебной, учебно-методической и специализированной литературой.

1. Воеводин В., Воеводин Вл. Параллельные вычисления. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2015 г., 608 с <http://www.twirpx.com/file/159421/>
2. Бужан В.В. Объектно-ориентированное программирование: учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 230100.62 – Информатика и вычислительная техника. – Краснодар: ИМСИТ, 2013. – 52 с.
3. Бужан В.В. Программирование: учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 230100.62 – Информатика и вычислительная техника. – Краснодар: ИМСИТ, 2013. – 84 с.

б) дополнительная литература

1. Информатика и программирование. Компьютерный практикум: учеб. пособие для вузов / Гуда, А.Н., Бутаков, М.А., Нечитайло, Н.М., Чернов, А.В. – М.: Дашков и К, 2010. – 240 с.
2. Павловская Т.А. С#. Программирование на языке высокого уровня: Учебник для вузов. СПб.: Питер, 2012. — 432 с.
3. Хорев, П.Б, Технологии объектно-ориентированного программирования. – М.: Академия, 2008. – 448 с.
4. Истомин Е.П., Новиков В.В., Новикова М.В. Высокоуровневые методы информатики и программирования. СПб.: ООО «Андреевский издательский дом», 2008. — 228 с.
5. Павловская Т.А. С/С++. Программирование на языке высокого уровня. СПб.: Питер, 2013. — 464 с.
6. Нейгел К., Ивсен Б., Глинн Дж., Уотсон К., Скиннер М. С# 4 и платформа .NET 4 для профессионалов. М.: И.Д. «Вильямс», 2011. – 1440 с
7. Ватсон К., Беллиназо М., Корне О., Гринфосс Д.Э.З., Найджел К., Рейд Д.Х.П.Д, Рейнольде М., Скиннер М., Уайт Э. С#. — М.: «Лори», 2008. – 852 с.
8. Подбельский В.В. Язык С++. Москва. «Финансы и статистика». 2010 — 560 с.
9. Бужан В.В. Основы программирования в среде Borland С++ Builder. Учебное пособие. — Краснодар.: ЮИМ, 2005. — 109 с.
10. Страуструп Б. Язык программирования Си++: Пер. с англ.— М.: Радио и связь, 2001.— 352 с.
11. Алексеев Е.Р. Программирование на VisualC++ и TurboC++ Explorer. М.:ИТ Пресс, 2007. — 352 с.
12. Пахомов Б.Н. С/С++ и MSVisualC++ 2005 для начинающих. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 464 с.
13. Сергеев А.П., Терен А.Н. Программирование в MicrosoftVisualC++ 2005. – М.:Издательский дом «Вильямс», 2006. – 352 с.
14. Хортон А. VisualC++ 2005: Базовый курс – М.: И.Д. «Вильямс», 2007. – 1152 с.
15. Культин Н. С# в задачах и примерах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 240 с.

в) программное обеспечение

Преподавание и подготовка студентов предполагает использование стандартного программного обеспечения для персонального компьютера: MicrosoftWindows XP/Vista/7, Mac OS X Tiger/Leopard/SnowLeopard, MicrosoftVisualStudio 2010, Xcode; браузеров для поиска информации в базах данных по дисциплине в глобальной сети: MicrosoftInternetExplorer, Opera, Safari.

d. Справочники, словари, энциклопедии

e. Программные средства

MathLab

f. Дистанционная поддержка дисциплины

14. Барский А.Б. Архитектура параллельных вычислительных систем. – Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру, 2006

(<http://www.intuit.ru/department/corg/index.html>).

15. Организация вычислительных систем. – Интернет-университет информационных технологий - ИНТУИТ.ру, 2006 <http://www.intuit.ru/department>).

13 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Практические занятия проводятся в дисплейном классе на РС-совместимых персональных компьютерах с установленным лицензионным и свободно-распространяемым программным обеспечением. Для проведения лекционных занятий используется проектор.