Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра вычислительной техники и защиты информации

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.17 Высокопроизводительные вычислительные системы»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника
(код и наименование направления подготовки)

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины *«Б1.В.17 Высокопроизводительные вычислительные системы»* рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра вычислительной техники и защиты информации
наименование кафедры

протокол № 8 от "21" 02 2025 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра вычислительной техники и защиты информации _____ В.В. Тугов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнитель:
Профессор кафедры вычислительной техники и защиты информации _____ Т.З. Аралбаев
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника _____ В.В. Тугов
дата согласования *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
Ведущий библиограф _____ С.А. Бекшенирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ С.Н. Морозова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Аралбаев Т.З., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

– получить сведения о современных суперкомпьютерах, их классификации, характеристиках, области применения,

- освоить материал о принципах построения, средствах измерения и увеличения производительности современных вычислительных систем и компьютерных сетей,

- приобрести практические навыки по использованию эффективных методов оптимизации вычислительного процесса в задачах разработки и проектирования высокопроизводительных вычислительных систем.

Задачи дисциплины:

- ознакомиться с классификацией и требования, предъявляемые к высокопроизводительным вычислительным системам (ВПВС);
- ознакомиться с основными техническими характеристиками ВПВС и способами оценки их производительности;
- освоить основные подходы к организации базовых элементов ВПВС;
- изучить виды и характеристики топологий вычислительных систем (ВС);
- познакомиться с архитектурой и классификацией запоминающих устройств (ЗУ) ВПВС;
- изучить характеристики и принципы функционирования дисковых массивов;
- усвоить сущность задачи распознавания образов и возможности ее распараллеливания;
- получить практические навыки по применению принципов сетевого планирования вычислительного процесса.

Студенты должны уметь:

- решать задачи сетевого планирования вычислительных процессов;
- производить распараллеливание вычислительного процесса;
- решать задачи высокопроизводительной интеллектуальной обработки больших объемов данных.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.5 Аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, Б1.Д.В.11 Микропроцессорные системы*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.2 Технологическая (проектно-технологическая) практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен проводить анализ исходных постановок проектных задач, разрабатывать дискретные модели высокопроизводительных	ПК*-1-В-3 Знает: Знает основы моделирования высокопроизводительных цифровых автоматов	**Знать:** основы теории, автоматов, организации высокопроизводительных систем, принятия решений по выбору оптимальных структур и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
цифровых автоматов, разрабатывать электронные схемы средств обработки и периферийных устройств на базе микропроцессоров, проводить расчет режимов работы вычислительных машин, комплексов, систем и сетей		архитектур высокопроизводительных аппаратно-программных средств вычислительной техники. **Уметь:** проводить расчеты режимов работы вычислительных машин, комплексов, систем и сетей. **Владеть**: навыками разработки электронных схем средств обработки и периферийных устройств на базе микропроцессоров.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**34,25**	**34,25**
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю*	**109,75**	**109,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные положения и принципы работы ВПВС.	14	2		2	10
2	Область применения и решаемые задачи ВПВС.	38	4		4	30
3	Архитектура ВПВС.	40	6		4	30

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Введение в параллельную обработку данных	52	6		6	40
	Итого:	144	18		16	110
	Всего:	144	18		16	110

Раздел 1. Основные положения и принципы работы ВПВС.

Основные понятия и определения ВС (организация, архитектура, система, производительность и т.д.). Понятие супер-ЭВМ.

Меры для оценки производительности. Методы оценки производительности. Современные суперкомпьютеры, рейтинг TOP-500. Средства увеличения производительности ВС. Историческая справка. Законы Амдала, Густафсона, Флинна. Принципы конвейерной обработки. Конфликты при работе конвейера и многопроцессорной системы.

Раздел 2. Область применения и решаемые задачи ВПВС.

Сфера применения ВПВС. классификация Флинна.

Обзор архитектур: SISD (Single instruction stream/Single data stream), MISD (Multiple instruction stream/Single data stream), SIMD (Single instruction stream/Multiple data stream), MIMD (Multiple instruction stream/Multiple data stream).

Распознавание графических образов. Задачи сетевого планирования, распределения временного ресурса ВС, распараллеливания вычислительного процесса. Прогнозирование временных рядов на основе уравнений регрессии.

Раздел 3. Архитектура ВПВС.

3. 1 Вычислительные системы класса MIMD.

Векторные ВС. Матричные ВС. Ассоциативные ВС. ВС с систолической структурой. ВС с командными словами сверхбольшой длины (VLIW).

3.2 Вычислительные системы класса MIMD.

Симметричные мультипроцессорные системы (SMP).

Архитектура SMP-системы. Архитектура с общей шиной. Архитектура с коммутатором типа "кроссбар". Архитектура с многопортовой памятью. Архитектура с централизованным устройством управления.

Кластерные вычислительные системы. Системы с массовой параллельной обработкой (MPP). Вычислительные системы с неоднородным доступом к памяти. Вычислительные системы на базе транспьютеров. Вычислительные системы с обработкой по принципу волнового фронта.

3.3 Устройства управления.

Структурная организация и функционирование устройства управления (УУ) вычислительной машины. Входная информация для УУ. Выходная информация УУ. Микропрограммные автоматы с жесткой или аппаратной логикой и с программируемой логикой.

3.4 Топологии ВС.

Статические топологии:
- одномерные топологии (линейный массив);
- двумерные топологии (кольцо, звезда, дерево, решетка, систолический массив);
- трехмерные топологии (полносвязная топология, хордальное кольцо);

- гиперкубическая топология.

Динамические топологии (блокирующие и неблокирующие сети):

- шинная топология;
- топология перекрестной коммутации ("кроссбар").

Коммутирующие элементы сетей с динамической топологией.

3.4 Организация памяти ВПВС.

Иерархия запоминающих устройств и их характеристики. Принципы организации основной памяти в ВПВС. Ассоциативная память. Массивы магнитных дисков с избыточностью. Виды избыточной информации, позволяющей восстанавливать искаженные или утерянные данные. Характеристики и принципы работы RAID-массивов. Другие виды ЗУ, направленных на повышение надежности сохранности данных и их характеристики.

Раздел 4. Введение в параллельную обработку данных.

Стандарт параллельного программирования MPI. Общая организация MPI. Базовые функции MPI. Коммуникационные операции типа точка-точка. Блокирующие и неблокирующие коммуникационные операции. Коллективные операции. Глобальные вычислительные операции над распределенными данными. Работа с группами и коммуникаторами. Топология процессов.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Оценка технических характеристик персонального компьютера и его загруженности.	2
2	2	Исследование изменения производительности многопроцессорных систем в соответствии с законом Амдала.	2
3	2	Закон Густафсона-Барсиса.	2
4	3	Исследование принципов конвейерной обработки на модели.	2
5	4	Исследование конфликтов при работе конвейера.	2
6	4	Исследование конфликтов в работе многопроцессорной системы.	2
7	4	Имитационное моделирование работы ассоциативных процессоров	4
Итого:			16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью : OpenMP : учебное пособие : [16+] / С. Б. Арыков, М. А. Городничев, Г. А. Щукин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 95 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. –

URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576119 (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр.: с. 88-90. – ISBN 978-5-7782-3796-4. – Текст : электронный..
2. Карепова, Е. Д. Основы многопоточного и параллельного программирования : учебное пособие / Е. Д. Карепова ; Сибирский федеральный университет, Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук, Сибирский научно-образовательный центр суперкомпьютерных технологий. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 355 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497217 (дата обращения: 04.05.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-3385-0. – Текст : электронный.
3. Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем. Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2006. – 668 с.: ил.
4. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем. Изд: "МГТУ им. Баумана", 2008, – 520 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Аралбаев, Т. З. Высокопроизводительные вычислительные системы [Текст] : лаб. работы и метод. указания / Т. З. Аралбаев, А. Б. Неофитов, С. А. Баев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 56 с. : ил. - Библиогр.: с. 53-54.
2. Ассоциативно-мажоритарный подход к решению задач распознавания образов в системах защиты информации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и 10.03.01 Информационная безопасность / Т. З. Аралбаев [и др.]; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2023. - ISBN 978-5-7410-3150. - 150 с- Загл. с тит. экрана. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/196835_20231201.pdf - ISBN 978-5-7410-3150
3. Проектирование высокопроизводительных проблемно ориентированных вычислительных систем / В. Ф. Гузик, Е. В. Ляпунцова, Д. А. Беспалов, М. Ю. Поленов ; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – 2-е изд., испр. и доп. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – 518 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493055 (дата обращения: 04.05.2023). – Библиогр.: с. 470-477. – ISBN 978-5-9275-2341-2. – Текст : электронный.

5.3 Периодическая литература

Журналы:
- Программные продукты и системы : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016;
- Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы : журнал. - М. : АПР, 2015.;
- Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2019. - N 1-5.

5.4 Интернет-ресурсы

1. https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;
2. https://www.coursera.org/learn/python - «Coursera», МООК: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
3. Научный журнал «Вопросы кибербезопасности» http://cyberrus.com/

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система РЕД ОС.

2. LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. LMS Moodle [Электронный ресурс]: система управления курсами – URL: www.moodle.osu.ru – Режим доступа: для авторизированных пользователей.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория технических средств защиты информации и систем охранной и пожарной сигнализации, лаборатория периферийных средств и сетевых технологий компьютерный класс, оснащенный компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ, стендами пожарно-охранной сигнализации, СТЕНДами SDK - 6.1; SDK - 1.1;

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.