Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
_____ Галкин А.А.
«31» 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
АРХИТЕКТУРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

направление подготовки / специальность
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

направленность (профиль) подготовки
Высокопроизводительные и распределенные вычисления

г. Владимир

2021 Год

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины "Архитектура вычислительных систем": изучение студентами основных принципов построения вычислительных систем высокой производительности, их архитектуры, математической, алгоритмической, программной, структурной и функциональной организации; а также инструментальных средств подготовки, сопровождения, контроля и анализа решений.

Задачи: приобрести навыки работы с вычислительными системами высокой производительности на уровне математического, алгоритмического, аппаратного и программного обеспечения, а также оценки качества полученных решений и средств их достижения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Архитектура вычислительных систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции *(код, содержание индикатора*	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности;	ПК-2.1 Знает: стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при проектировании структурированных систем с многоуровневой и иерархической организацией. ПК-2.2 Умеет: структурировать систему, выполнять конструкторско-техническое проектирование, разрабатывать технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям. ПК-2.3 Владеет: средствами и методами формирования научной и	Знать: стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при проектировании структурированных систем с многоуровневой и иерархической организацией. Уметь: структурировать систему, выполнять конструкторско-техническое проектирование, разрабатывать технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям. Владеть: средствами и методами формирования научной	Тестовые вопросы. Практико-ориентированное задание.

	технической документации.	и технической документации.	
ПК-4 Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по закреплённой тематике. Способен организовать проведение работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.	ПК-4.1 Знает: проблемно-ориентированное проектирование, математическое и машинное моделирование, а также требования стандартов по разработке и оформлению научной и технической документации. ПК-4.2 Умеет: разрабатывать технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям. ПК-4.3 Владеет: средствами моделирования, измерений и методами формирования технической и научной документации.	Знать: проблемно-ориентированное проектирование, математическое и машинное моделирование, а также требования стандартов по разработке и оформлению научной и технической документации. Уметь: разрабатывать технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям. Владеть: средствами моделирования, измерений и методами формирования технической и научной документации.	Практико-ориентированное задание.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

Тематический план
Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	**Концептуальные принципы организации и развития ВСВП (математические модели, организация структуры и функционирования вычислительных систем)**								
1.1	Вычислительная система (ВС) принцип работы. Характеристики и требования высокоскоростной обработки. Понятия быстродействия и производительности ВС. Методы и средства их достижения. Принципы параллелизма. Взаимодействие алгоритмов и структур многоэлементной, многостадийной и совмещённой обработки. Ускорение выполнения программ, суперлинейное ускорение.	5	1	2	2		1	3	
1.2	Реализация принципов развития ВС в моделях вычислительных систем высокой производительности. Параллелизм по управлению, по структурной организации, по данным. Концепция неограниченного параллелизма.		2	2		4	2	3	
1.3	Концепция потоков и процессов в ВС: задания, задачи, процессы, потоки; структурная схема их реализации в ВС. Уровни параллелизма в ВС (крупнозернистый, среднезернистый, мелкозернистый/ уровни распараллеливания: I, II).		3	2	2		1	3	
1.4	Метрика параллелизма. Параметры метрики параллелизма. Пиковая и реальная производительность. Закон Амдала. Выводы. Закон Густафсона-Барсиса. Выводы.		4	2		4	2	3	
2	**Математические основы параллельных вычислений**								
2.1	Математическое моделирование (ММ) в основе ВСВП. Методы параллельных вычислений. Математические эквивалентные преобразования Принципы выбора параллельных методов и разработки	5	5	2	2		1	3	

	параллельных алгоритмов.								
2.2	Методы интегрирования. Формальные методы перехода от произвольной математической зависимости к дифференциальным уравнениям К. Шеннона. Пример.		6	2		4		3	Рейтинг-контроль №1.
2.3	Построение математических моделей и параллельных структур на основе дифференциальных уравнений К. Шеннона.		7	2	2			3	
2.4	Теоретические основы расчёта параметров решения задачи и цифровой интегрирующей системы. Последовательные, параллельные и комбинированные методы реализации ММ в ВСВП.		8	2		6		3	
2.5	Математические модели и методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.		9	2	2			3	
2.6	Построение математических моделей и параллельных структур на основе систем счисления остаточных классов.		10	2		4		3	
2.7	Вычислительные методы и алгоритмы решения типовых задач вычислительной математики. (На примере: решения систем линейных алгебраических уравнений, умножения матрицы на вектор. матричного умножения, сортировки данных, графовых и комбинаторных задач).		11	2	2			3	
3	**Структурная организация ВСВП**								
3.1	Классификация ВС по Флину. Принцип программного управления. Сокращение времени цикла работы процессора, элементы параллелизма в архитектуре компьютеров (разрядно-параллельная обработка, независимый ввод/вывод, опережающий просмотр вперед, расслоение памяти, гипертрейдинг, мультитрейдовость, SSE/Altivec инструкции...).	5	12	2		4		3	Рейтинг-контроль №2.
3.2	Вычислительные системы с общей памятью. SMP архитектура. Многопроцессорные ВС. Основные способы реализации. Увеличение числа активных процессоров в ВС (расширение границы наступления насыщения). Схемы коммутации, топология связи процессоров. SMP-узлы на основе многоядерных процессоров. Вычислительные ускорители систем с общей памятью. Архитектура MPP, NUMA. PVP систем.		13	2	2			3	
3.3	Конвейерные вычислительные системы. Типы систем. Массово- параллельные вычислительные системы Cray. Сверхвысокопроизводительные вычислительные системы семейства Cray X. Матричные вычислительные системы. Вычислительные системы ILLIAC IV, DAP, Семейства вычислительных систем Connection Machine, nCube.		14	2		4		3	
3.4	Мультипроцессорные вычислительные системы. Семейства вычислительных систем Burroughs, Эльбрус. Мультипроцессорные системы со структурно-процедурной организацией		15	2	2			3	

	вычислений. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры.								
3.5	Вычислительные системы с программируемой структурой. Вычислительные системы Минск-222, МИНИМАКС, СУММА. Вычислительные системы семейства МИКРОС, МВС.		16	2		6	2	3	
3.6	Высокопроизводительные вычислительные кластеры. Проблемная ориентация. Структурная организация вычислительного кластера. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов, сетевая инфраструктура вычислительной системы, Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных.		17	2	2			3	
3.7	Технологии производства. Вычислительные кластеры компаний РСК и Т-Платформы.		18	2				3	Рейтинг-контроль №3 .
Всего за 5 семестр:				**36**	**18**	**36**		**54**	**Экзамен (36)**
Наличие в дисциплине КП/КР									нет
Итого по дисциплине				**36**	**18**	**36**		**54**	**Экзамен (36)**

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Концептуальные принципы организации и развития ВСВП (математические модели, организация структуры и функционирования вычислительных систем)

Тема 1 Вычислительная система (ВС) принцип работы. Характеристики и требования высокоскоростной обработки. Понятия быстродействия и производительности ВС. Методы и средства их достижения. Принципы параллелизма. Взаимодействие алгоритмов и структур многоэлементной, многостадийной и совмещённой обработки. Ускорение выполнения программ, суперлинейное ускорение.

Тема 2 Реализация принципов развития ВС в моделях вычислительных систем высокой производительности. Параллелизм по управлению, по структурной организации, по данным. Концепция неограниченного параллелизма.

Тема 3 Концепция потоков и процессов в ВС: задания, задачи, процессы, потоки; структурная схема их реализации в ВС. Уровни параллелизма в ВС (крупнозернистый, среднезернистый, мелкозернистый/ уровни распараллеливания: I, II).

Тема 4 Метрика параллелизма. Параметры метрики параллелизма. Пиковая и реальная производительность. Закон Амдала. Закон Густафсона-Барсиса. Области использования.

Раздел 2. Математические основы параллельных вычислений

Тема 1 Математическое моделирование (ММ) в основе ВСВП. Методы параллельных вычислений. Математические эквивалентные преобразования Принципы выбора параллельных методов и разработки параллельных алгоритмов.

Тема 2 Методы интегрирования. Формальные методы перехода от произвольной математической зависимости к дифференциальным уравнениям К. Шеннона. Пример.

Тема 3 Построение математических моделей и параллельных структур на основе дифференциальных уравнений К. Шеннона.

Тема 4 Теоретические основы расчёта параметров решения задачи и цифровой интегрирующей системы. Последовательные, параллельные и комбинированные методы реализации ММ в ВСВП.

Тема 5 Математические модели и методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Тема 6 Построение математических моделей и параллельных структур на основе систем счисления остаточных классов.

Тема 7 Вычислительные методы и алгоритмы решения типовых задач вычислительной математики. (На примере: решения систем линейных алгебраических уравнений, умножения матрицы на вектор. матричного умножения, сортировки данных, графовых и комбинаторных задач).

Раздел 3. Структурная организация ВСВП

Тема 1 Классификация ВС по Флину. Принцип программного управления. Сокращение времени цикла работы процессора, элементы параллелизма в архитектуре компьютеров (разрядно-параллельная обработка, независимый ввод/вывод, опережающий просмотр вперед, расслоение памяти, гипертрейдинг, мультитрейдовость, SSE/Altivec инструкции...).

Тема 2 Вычислительные системы с общей памятью. SMP архитектура. Многопроцессорные ВС. Основные способы реализации. Увеличение числа активных процессоров в ВС (расширение границы наступления насыщения). Схемы коммутации, топология связи процессоров. SMP-узлы на основе многоядерных процессоров. Вычислительные ускорители систем с общей памятью. Архитектура MPP, NUMA. PVP систем.

Тема 3 Конвейерные вычислительные системы. Типы систем. Массово- параллельные вычислительные системы Cray. Сверхвысокопроизводительные вычислительные системы семейства Cray X.

Матричные вычислительные системы. Вычислительные системы ILLIAC IV, DAP, Семейства вычислительных систем Connection Machine, nCube.

Тема 4 Мультипроцессорные вычислительные системы. Семейства вычислительных систем Burroughs, Эльбрус. Мультипроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры.

Тема 5 Вычислительные системы с программируемой структурой. Вычислительные системы Минск-222, МИНИМАКС, СУММА. Вычислительные системы семейства МИКРОС, МВС.

Тема 6 Высокопроизводительные вычислительные кластеры. Проблемная ориентация. Структурная организация вычислительного кластера. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов, сетевая инфраструктура вычислительной системы, Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных.

Тема 7 Технологии производства. Вычислительные кластеры компаний РСК и Т-Платформы.

Содержание практических занятий по дисциплине

Изучение материала курса реализуется в виде лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студентов. На практических занятиях преподавателем задаётся одна из тем в области современных численных методов, алгоритмов и моделей. В интерактивной форме со студентами проводится обсуждение данной проблемы. На большинстве практических занятиях преподавателем заранее задаётся тематика следующих практических занятий. В этом случае студенты готовят сообщение (самостоятельная работа), а на практических занятиях идёт групповое интерактивное обсуждение результатов, где преподаватель направляет тематику обсуждения в русло передовых технологий на данный момент времени. Каждое практическое занятие чаще всего включает две части, первая имеет форму семинарских занятий, а вторая - форму круглого стола, на котором тема занятия обсуждает в виде дискуссии.

Раздел 1. Цифровые интегрирующие машины и системы

Тема 1. Принципы построения цифровых интегрирующих систем. Симметричная и несимметричная форма записи порождающих систем дифференциальных уравнений К. Шеннона. Сравнительная оценка затрат аппаратных средств и технических характеристик системы.

Тема 2. Переход от произвольной математической зависимости к порождающим системам дифференциальных уравнений К. Шеннона.

Тема 3. Методы и алгоритмы численного интегрирования по Стилтьесу.

Тема 4. Разностно-квантованные схемы математических моделей численного интегрирования.

Тема 5. Расчёт и выбор основных параметров решения задач в цифровых интегрирующих системах.

Раздел 2. Системы счисления в остаточных классах (СОК)

Тема 1. Представление чисел в СОК. Диапазон и точность представления чисел. Рациональные операции в СОК.

Тема 2. Перевод чисел из позиционной системы счисления в СОК и обратно.

Тема 3. Машинная арифметика в СОК.

Тема 4. Компоненты вычислительных машин в СОК.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

На лабораторных работах студенты закрепляют теоретические знания при работе с инструментальными средствами на ЭВМ. Темы лабораторных работ:

Тема 1. Исследование и сравнительная оценка вычислительной и коммуникационной сложности численных методов для последовательных и параллельных алгоритмов решения типовых задач вычислительных систем высокой производительности.

Тема 2. Исследование динамических характеристик решения задачи на отнопоточной вычислительной системе с ограниченными ресурсами.

Тема 3. Исследование ускорения решения задачи на многопоточной вычислительной системе, используя законы Амдала и Густафсона-Байсиса.

Тема 4. Исследование времени решения задачи и ускорения на многопроцессной вычислительной системе, используя законы Амдала и Густафсона-Байсиса.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы рейтинга-контроля № 1

1. Что лежит в основе требования высокоскоростной обработки?
2. Понятия быстродействия и производительности вычислительных систем?
3. Методы и средства достижения быстродействия и производительности вычислительных систем.
4. В чем заключаются основные способы достижения параллелизма?
5. Какая взаимосвязь между алгоритмами и структурами вычислительных систем с многоэлементной, многостадийной и совмещенной обработкой?
6. За счёт чего достигается ускорение выполнения программ в высокопроизводительных вычислительных системах?
7. Что такое суперлинейное ускорение?
8. Как формируются потоки команд выполнения заданий в вычислительных системах с разными способами достижения параллелизма?
9. От чего зависит уровень параллелизма выполнения задания в вычислительной системе?
10. В чём заключается достижение параллелизма по управлению, по структурной организации, по данным?
11. На чём основана концепция неограниченного параллелизма?
12. Как оценивается параллелизм в вычислительных системах?
13. Какие предположения используются для обоснования закона Густафсона-Барсиса?
14. Как формулируется закон Амдала? Какой аспект параллельных вычислений позволяет учесть данный закон?
15. В чём отличие и где граница применения законов Амдала и Густафсона-Барсиса?
16. Какой алгоритм является масштабируемым? Приведите примеры алгоритмов с разным уровнем масштабируемости.
17. Что понимается под принципом математического моделирования в высокопроизводительных вычислительных системах?
18. Какие вычислительные методы решения прикладных задач для параллельных вычислительных систем считаются эквивалентными?
19. На чём основан выбор параллельных вычислительных методов и параллельных алгоритмов в высокопроизводительных системах?
20. Какие математические методы необходимы для построения параллельных алгоритмов на основе цифровых интеграторов?
21. Что лежит в основе формальных методов перехода от произвольной математической зависимости к системе дифференциальных уравнений К. Шеннона?

Вопросы рейтинга-контроля № 2

1. Покажите алгоритмы детализации системы дифференциальных уравнений К. Шеннона в вычислительной системе интегрирующего типа.
2. Какие параметры подлежат расчёту в цифровых интегрирующих системах?
3. Как последовательные, параллельные и комбинированные методы реализации ММ влияют не аппаратные затраты и быстродействие интегрирующей системы.
4. Какие математические модели и численные алгоритмы используются для решения типовых задач на основе дифференциальных уравнений в частных производных?
5. Что такое системы счисления остаточных классов, области применения и преимущества СОК-компьютеров?
6. Представление чисел в системах счисления остаточных классов, диапазон и точность представления. Основания (модули) системы счисления. Выполнение арифметических операций.
7. Что лежит в основе алгоритмов перевода чисел в системах счисления остаточных классов?
8. Что представляет собой система линейных уравнений? Какие типы систем вам известны? Чем отличаются методы решения систем линейных алгебраических уравнений с постоянными коэффициентами?
9. В чём состоит постановка задачи решения системы линейных уравнений?
10. В чем идея параллельной реализации метода Гаусса?

11. Какие информационные взаимодействия имеются между базовыми подзадачами для параллельного варианта метода Гаусса?
12. Какие показатели эффективности для параллельного варианта метода Гаусса?
13. В чём состоит схема программной реализации параллельного варианта метода Гаусса?
14. Назовите основные способы распределения элементов матрицы между процессорами вычислительной системы.
15. В чём состоит постановка задачи умножения матрицы на вектор?
16. Какова вычислительная сложность последовательного алгоритма умножения матрицы на вектор?
17. Почему при разработке параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор допустимо дублировать вектор-операнд на все процессоры?
18. Представьте общие схемы рассмотренных параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор.
19. Проведите анализ и получите показатели эффективности для одного из рассмотренных алгоритмов.
20. Какой из представленных алгоритмов умножения матрицы на вектор обладает лучшими показателями ускорения и эффективности?
21. Какие информационные взаимодействия выполняются для блочного алгоритма умножения матрицы на вектор?
22. Какая топология коммуникационной сети является целесообразной для каждого из рассмотренных алгоритмов?
23. Дайте общую характеристику программной реализации алгоритма умножения матрицы на вектор при разделении данных по строкам. В чём могут состоять различия в программной реализации других рассмотренных алгоритмов?
24. В чем состоит постановка задачи умножения матриц?
25. Приведите примеры задач, в которых используется операция умножения матриц.
26. Приведите примеры различных последовательных алгоритмов выполнения операции умножения матриц. Отличается ли их вычислительная трудоемкость?
27. Какие способы разделения данных используются при разработке параллельных алгоритмов матричного умножения?
28. Представьте общие схемы рассмотренных параллельных алгоритмов умножения матриц.
29. Проведите анализ и получите показатели эффективности ленточного алгоритма при горизонтальном разбиении перемножаемых матриц.
30. Какие информационные взаимодействия выполняются для алгоритмов при ленточной схеме разделения данных?
31. Какие информационные взаимодействия выполняются для блочных алгоритмов умножения матриц?
32. Какая топология коммуникационной сети является целесообразной для каждого из рассмотренных алгоритмов?
33. Какой из рассмотренных алгоритмов характеризуется наименьшими и наибольшими требованиями к объёму необходимой памяти?
34. Какой из рассмотренных алгоритмов обладает наилучшими показателями ускорения и эффективности?
35. Оцените возможность выполнения матричного умножения как последовательности операций умножения матрицы на вектор.
36. В чём состоит постановка задачи сортировки данных?
37. Приведите несколько примеров алгоритмов сортировки? Какова вычислительная сложность приведённых алгоритмов?
38. Какая операция является базовой для задачи сортировки данных?
39. В чем суть параллельного обобщения базовой операции задачи сортировки данных?
40. Что представляет собой алгоритм чет-нечётной перестановки?
41. В чём состоит параллельный вариант алгоритма Шелла? Какие основные отличия этого варианта параллельного алгоритма сортировки от метода чет-нечетной перестановки?
42. Что представляет собой параллельный вариант алгоритма быстрой сортировки?
43. Что зависит от правильного выбора ведущего элемента для параллельного алгоритма быстрой сортировки?
44. Какие способы выбора ведущего элемента могут быть предложены?
45. Для каких топологий могут применяться рассмотренные алгоритмы сортировки?
46. В чём состоит алгоритм сортировки с использованием регулярного набора образцов?
47. Каким образом организация множественной волны вычислений позволяет повысить эффективность волновых вычислений в системах с распределённой памятью?
48. Классификация ВС по Флину и её отличие от других классификаций?
49. В чём состоит принцип разделения многопроцессорных систем на мультипроцессоры и мультикомпьютеры?
50. Чем достигается повышение производительности в однопроцессорной вычислительной системе?

Вопросы рейтинга-контроля №3

1. Какие классы систем известны для мультипроцессоров?
2. В чём состоят положительные и отрицательные стороны симметричных мультипроцессоров?
3. Какие классы систем известны для мультикомпьютеров?
4. Какие известны способы построения мультипроцессорных систем?
5. Какие известны способы увеличения числа активных процессоров в мультипроцессорных системах?
6. Что такое граница насыщения мультипроцессорной системы?
7. Как можно построить мультипроцессорную систему на основе многоядерных процессоров?
8. Что такое вычислительный ускоритель мультипроцессорной системы? Какие ускорители наиболее широко используются при построении многопроцессорных систем?
9. В чём отличие архитектур для известных классов мультикомпьютеров?
10. Какие известны типы конвейерных вычислительных систем?
11. В чём отличие сверхвысокопроизводительной вычислительной системы семейства Cray X от предыдущих моделей?
12. Как техническая реализация принципов: «параллельность выполнения операций», «программируемость структуры» и «конструктивная однородность» проявились в известных конвейерных системах?
13. Функциональная структура матричной вычислительной системы ILLACK IV. Структурная организация, возможности программного обеспечения, области эффективного использования.
14. Укажите архитектурные особенности: класс архитектуры, массовый параллелизм, число процессоров, однородность и программируемость структуры, масштабируемость семейства вычислительных систем с массовым параллелизмом Connection Machine.
15. Чем достигается высокая производительность MPP-систем, класса MIMD семейства вычислительных систем nCube?
16. Отметьте характерные особенности мультипроцессорных вычислительных систем.
17. Каноническая функциональная структура мультипроцессора.
18. Достоинства и недостатки семейства многопроцессорных вычислительных систем Burroughs.
19. Укажите характерные черты и функциональную структуру семейства вычислительных систем семейства «Эльбрус».
20. Развитие архитектуры мультипроцессорных систем со структурно-процедурной организацией вычислений.
21. В чём заключаются принципы организации реконфигурируемых мультиконвейерных вычислительных структур.
22. Мультимикроконвейерные вычислительные структуры на однородных средах.
23. Структурно-процедурная организация вычислений в мультиконвейерных структурах
24. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры на основе ПЛИС
25. Вычислительные системы с программируемой структурой
26. Вычислительные системы Минск-222, МИНИМАКС, СУММА
27. Вычислительные системы семейства МИКРОС, МВС.
28. Поясните понятие вычислительных систем с программируемой структурой. Способы реализации.
29. Архитектурные особенности вычислительных систем с программируемой структурой. Вычислительные системы Минск-222, МИНИМАКС, СУММА.
30. Вычислительные системы с программируемой структурой семейства МИКРОС, МВС.
31. Транспьютерные вычислительные системы. Архитектура, параллельная обработка и коммуникации транспьютеров.
32. Высокопроизводительные вычислительные кластеры.
33. Проблемная ориентация кластерных систем высокой производительности
34. Структурная организация вычислительного кластера.
35. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов.
36. Какие топологии сетей передачи данных наиболее широко используются при построении многопроцессорных систем?
37. Сетевая инфраструктура вычислительной кластерной системы
38. В чём состоят особенности сетей передачи данных для кластеров?
39. Каковы основные характеристики сетей передачи данных?
40. Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных в кластерных системах.
41. Технологии производства. Какие системные платформы могут быть использованы для построения кластеров?
42. Вычислительные кластеры компаний РСК и Т-Платформы.

5.2. Промежуточной аттестация
Вопросы для экзамена

1. Вычислительная система (ВС) принцип работы. Характеристики и требования высокоскоростной обработки. Понятия быстродействия и производительности ВС. Методы и средства их достижения.
2. Принципы параллелизма. Взаимодействие алгоритмов и структур многоэлементной, многостадийной и совмещённой обработки. Ускорение выполнения программ, суперлинейное ускорение.
3. Параллелизм по управлению, по структурной организации, по данным.
4. Концепция неограниченного параллелизма.
5. Концепция потоков и процессов в ВС: задания, задачи, процессы, потоки; структурная схема их реализации в ВС. Уровни параллелизма в ВС (крупнозернистый, среднезернистый, мелкозернистый).
6. Метрика параллелизма. Параметры метрики параллелизма. Пиковая и реальная производительность. Закон Амдала область использования (Примеры применения). Суперускорение.
7. Метрика параллелизма. Параметры метрики параллелизма. Пиковая и реальная производительность. Закон Густафсона-Барсиса. (Примеры применения) Выводы.
8. Математическое моделирование (ММ) в основе ВСВП. Методы параллельных вычислений. Математические эквивалентные преобразования Принципы выбора параллельных методов и разработки параллельных алгоритмов.
9. Методы интегрирования. Формальные методы перехода от произвольной математической зависимости к дифференциальным уравнениям К. Шеннона. Пример.
10. Построение математических моделей и параллельных структур на основе дифференциальных уравнений К. Шеннона.
11. Теоретические основы расчёта параметров решения задачи и цифровой интегрирующей системы. Последовательные, параллельные и комбинированные методы реализации ММ в ВСВП.
12. Построение математических моделей и параллельных структур на основе систем счисления остаточных классов.
13. Вычислительные методы и алгоритмы решения типовых задач вычислительной математики. (На примере индивидуально выданных заданий).
14. Классификация ВС по Флину. Применимость классификации к ВСВП. Расширение классификации.
15. Принцип программного управления. Сокращение времени цикла работы процессора. Конвейеризация, суперскалярная обработка.
16. Элементы параллелизма в архитектуре компьютеров (разрядно-параллельная обработка, независимый ввод/вывод, опережающий просмотр вперёд, расслоение памяти, гипертрейдинг, мультитрейдовость, MMX, SSE/Altivec инструкции...).
17. Вычислительные системы с общей памятью. SMP архитектура. Многопроцессорные ВС. Основные способы реализации. Увеличение числа активных процессоров в ВС (расширение границы наступления насыщения).
18. Схемы коммутации, топология связи процессоров. SMP-узлы на основе многоядерных процессоров.
19. Вычислительные ускорители систем с общей памятью (независимые процессоры; математические, векторные сопроцессоры, мультипроцессорные микропроцессоры, средства внешнего расширения).
20. MPP, NUMA. PVP системы. Матричные вычислительные системы. Вычислительные системы ILLIAC IV, DAP, Семейства вычислительных систем Connection Machine, nCube.
21. Конвейерные вычислительные системы. Массово- параллельные вычислительные системы семейства Cray
22. Мультипроцессорные вычислительные системы. Семейства вычислительных систем Burroughs, Эльбрус.
23. Мультипроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений.
24. Вычислительные системы с программируемой структурой. Вычислительные системы Минск-222, МИНИМАКС, СУММА.
25. Высокопроизводительные вычислительные кластеры. Проблемная ориентация. Структурная организация вычислительного кластера.
26. Инструментальные средства кластерных ВС. Процессоры, аппаратные ускорители вычислений, подсистема памяти, выбор топологии компонентов, сетевая инфраструктура вычислительной системы, Согласование характеристик сети и интенсивности передачи данных.
27. Технологии производства кластерных ВС. Вычислительные кластеры компании Т-Платформы.
28. Технологии производства кластерных ВС. Вычислительные кластеры компании РСК.

5.3 Самостоятельная работа обучающего

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Задания для самостоятельной работы:

Тема 1 Понятие и определение «Система». Представление о вычислительных системах (ВС). Примеры и сравнительный анализ ВС. Компоненты вычислительной системы. Эволюция, классификация, проблемная ориентация вычислительных систем

Тема 2. Модель вычислителя. Каноническая функциональная структура вычисли тельных машин (ВМ). Синтез концептуальной модели вычислителя. Модификация концептуальной модели согласно предъявляемым требованиям

Тема 3. Количественные характеристики вычислительных систем. Быстродействие, производительность, память, надёжность, доступность. Технико-экономический анализ функционирования ВС

Тема 4. Модель коллектива вычислителей. Техническая реализация. Взаимодействие алгоритмов и структур ВС. Классификация архитектур ВС

Тема 5. Конвейерные ВС. Структура и функционирование конвейерного процессора. Конвейерные системы типа «память-память» и «Регистр-регистр»

Тема 6. Скалярная и векторная обработка данных. Параллельно-векторные системы Cray. Системы Cray C90 и T90

Тема 7. Массово-параллельные ВС. ВС Cray T3D (T3E), структурная организация узла системы и сети коммутации. Развитие архитектуры систем

Тема 8. Матричные ВС, Структурна организация матричного процессора. Вычислительные системы Illiac IV, DAP

Тема 9. ВС с массовым параллелизмом СМ-1 – СМ-5

Тема 10. Мультипроцессорные ВС. Способы увеличения количества процессоров в ВС. Каноническая функциональная структура мультипроцессора. ВС C.mmp, Burroughs

Тема 11. Семейство мультипроцессорных систем «Эльбрус». Функциональная структура системы

Тема 12. Мультипроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений. Структурно-программируемые микропроцессорные системы. Функциональные структуры макропроцессора, макро коммутатора, макропамяти.

Тема 13. ВС с программируемой структурой. Сосредоточенные и распределённые ВС

14. ВС с программируемой структурой. ВС «Минск-222». Проблемная ориентация. Математическое, аппаратное Тема и программное обеспечение

Тема 15. Вычислительная система МИНИМАКС Области применения, основные концепции реализации. Функциональная структура. Оптимизация канальной системы коммутации. Аппаратное и программное обеспечение

Тема 16. ВС СУММА. Оптимальные структуры ВС. Аппаратное, математическое и программное обеспечение. Масштабируемость, система коммуникации

Тема 17. ВС семейства МВС. Организация аппаратного и программного обеспечения. Основные характеристики семейства

Тема 18. Транспьютерные ВС. Архитектура транспьютеров. Аппаратное, математическое и программное обеспечение

Тема 19. Кластерные вычислительные системы. Проблемная ориентация по областям использования

Тема 20. Архитектура кластерных вычислительных систем. Структурная организация. Подсистемы обработки, и хранения данных

Тема 21. Масштабируемость, программное обеспечение, модели программирования системы

Тема 22. Ускорители вычислительных систем. Сравнительный анализ. Примеры реализации

Тема 23. Архитектура GPU в сравнении с архитектурой CPU

Тема 24. Иерархия памяти. Концепция общей памяти в CUDA. Синхронизации, стратегия использования

Тема 25. Константная память и однородные обращения. Примеры параллельных алгоритмов

Тема 26. Регистры и локальная память. Назначение локальной памяти и случаи её использования

Тема 27. Концепция потоков. Примеры выгодного и невыгодного использование потоков

Тема 28. Структурная организация и архитектура мобильных сетей 5-го поколения

Тема 29. Формализация методов разработки масштабных программных систем

Тема 30. Самосинхронные микропроцессорные вычислительные системы

Тема 31. Беспроводные информационно-вычислительные системы сбора и обработки данных

Тема 32. Векторные вычислительные системы

Тема 33. Мобильные информационно-вычислительные системы

Тема 34. Вычислительные системы управления роботами

Тема 35. Средства обработки данных в САПР

Тема 36 Архитектура нейронных вычислительных систем

По каждой теме студент изучает материал, используя все доступное учебно-методическое и информационное обеспечение. Студент готовится участвовать и участвует в активных и интерактивных методах

обучения: групповых дискуссиях применении имитационного моделирования. Для контроля используется анализ активности студента на занятиях.

Обучение предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции, практические и лабораторные работы) и самостоятельной работы студентов. Лабораторные работы предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций. С целью обеспечения успешного обучения студент должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса., поскольку:

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие / Богачёв К. Ю. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний,. - 345 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-758-5	2020	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017585.html
2. Карепова, Е. Д. Основы многопоточного и параллельного программирования : учеб. пособие / Карепова Е. Д. - Красноярск : СФУ,. - 356 с. - ISBN 978-5-7638-3385-0	2016	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763833850.html
3. Царёв, Р. Ю. Основы распределенной обработки информации : учеб. пособие / Р. Ю. Царёв, А. В. Прокопенко, А. Ю. Никифоров - Красноярск : СФУ,. - 180 с. - ISBN 978-5-7638-3386-7	2015	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763833867.html
Дополнительная литература		
1. Бабенко, Л. К. Параллельные алгоритмы для решения задач защиты информации / Бабенко Л. К. , Ищукова Е. А. , Сидоров И. Д. - 2-е изд. , стереотип. - Москва : Горячая линия - Телеком,. - 304 с. - ISBN 978-5-9912-0439-2	2014	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204392.html
2. Энтони Уильяме Параллельное программирование на С++ в действии. Практика разработки многопоточных программ /; Пер. с англ. Слинкин А.А. - М. : ДМК Пресс	2012	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744481.html
3. А.П. Пятибратов, Л.П. Гудыно, А.А. Кириченко Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебник /; под ред. А.П. Пятибратова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика	2014	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279032853.html
4. Топорков В.В Модели распределенных вычислений /. - М. : ФИЗМАТЛИТ	2011	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104950.html
5. Аблязов Р.З.Программирование на ассемблере на платформе x86-64 / - М. : ДМК Пресс	2011	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940746768.html

6.2. Периодические издания

Журналы (https://elibrary.ru/):

1. Вестник компьютерных и информационных технологий.
2. Вычислительные технологии.
3. Известия вузов: электроника.
4. Радиотехнические и телекоммуникационные системы.

6.3. Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека www.citforum.ru.
2. Доступ по подписке к электронным версиям журналов ассоциации IEEE – http://www.ieee.org.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические и лабораторные занятия проводятся в лаборатории (компьютерном классе) – 424-2.

Рабочую программу составил доцент кафедры ВТиСУ Буланкин Валерий Борисович

Рецензент
(представитель работодателя) _____ Генеральный директор ООО "Диаграмма" Протягов И.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ
Протокол № 1 от 31 августа 2021 года
Заведующий кафедрой Ланцов В.Н._____

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 09.03.01 информатика и вычислительная техника
Протокол № 1 от 31 августа 2021 года
Председатель комиссии Ланцов В.Н. зав. каф. ВТиСУ_____

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2022 / 2023 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой Куликов К.В.

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____