

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Информационные и вычислительные технологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 8;
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 239,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Топорков В.В.
	Идентификатор	Rc76a6458-ToporkovVV-1f71a135

(подпись)

В.В. Топорков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Андреева И.Н.
	Идентификатор	Rb5322c60-AndreevaIN-0472a135

(подпись)

И.Н. Андреева

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Топорков В.В.
	Идентификатор	Rc76a6458-ToporkovVV-1f71a135

(подпись)

В.В. Топорков

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение основ архитектур современных вычислительных систем, особенностей организации коммуникационных сред, многоуровневой иерархической памяти и параллельного программирования массово-параллельных систем

Задачи дисциплины

- Изучение архитектуры современных вычислительных систем;
- Ознакомление с современными коммуникационными средами и коммутаторами вычислительных систем;
- Приобретение навыков анализа систем взаимодействующих процессов и предотвращения дедлоков;
- Овладение методами и моделями организации многоуровневой иерархической памяти.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач	ИД-1 _{ОПК-2} Демонстрирует знание современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, инструментальных сред, программно-технических платформ для решения профессиональных задач	знать: - Принципы работы, параметры и характеристики различных микропроцессоров. уметь: - Сопрягать аппаратные и программные средства в составе вычислительных систем.
ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	ИД-1 _{ОПК-5} Демонстрирует знание современного программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем	знать: - Современную и перспективную элементную базу ЭВМ и внешних устройств. уметь: - Выбирать элементную базу и выполнять основные процедуры проектирования вычислительных устройств, включая расчеты, моделирование и экспериментальные исследования.
ОПК-6 Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования	ИД-1 _{ОПК-6} Демонстрирует знание аппаратных средств и платформ инфраструктуры информационных технологий, видов, назначения, архитектуры, методов разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности	знать: - Классификацию, назначение и принципы построения вычислительных систем различной архитектуры, их организацию и функционирование. уметь: - Применять методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования вычислительных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационные и вычислительные технологии (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Современную и перспективную элементную базу ЭВМ и внешних устройств
- уметь Выполнять основные процедуры проектирования вычислительных устройств, включая расчеты, моделирование и экспериментальные исследования

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Архитектура вычислительных систем	40	1	4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 11-21, стр. 182-187 [2], стр. 8-16, стр. 17-32 [3], стр. 621-643, стр. 518-530 [5], стр. 120-140
1.1	Архитектура вычислительных систем	40		4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	
2	Коммуникационные среды вычислительных систем	40		4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 21-39 [2], стр. 61-73, стр. 307-315
2.1	Коммуникационные среды вычислительных систем	40		4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	
3	Коммутаторы вычислительных систем	40		4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 57-71, стр. 97-113 [3], стр. 239-249, стр. 221-233 [4], стр. 564-572
3.1	Коммутаторы вычислительных систем	40		4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	
4	Системы взаимодействующих процессов	40		4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	
4.1	Системы взаимодействующих процессов	40		4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	
5	Организация многоуровневой	40	4	-	2	-	-	-	-	-	34	-		

	иерархической памяти												
5.1	Организация многоуровневой иерархической памяти	40	4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	
6	Вычислительные кластеры и массово-параллельные системы	40	4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 556-591, стр. 621-641
6.1	Вычислительные кластеры и массово-параллельные системы	40	4	-	2	-	-	-	-	-	34	-	
7	Параллельное программирование массово-параллельных систем	47.7	8	-	4	-	-	-	-	-	35.7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 21-39 [2], стр. 297-317
7.1	Параллельное программирование массово-параллельных систем	47.7	8	-	4	-	-	-	-	-	35.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	288.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	239.7	-	
	Итого за семестр	288.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	239.7	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Архитектура вычислительных систем

1.1. Архитектура вычислительных систем

Традиционные однопроцессорные архитектуры. Векторно-конвейерные архитектуры. Параллельные вычислительные системы с SIMD-архитектурой. Архитектуры компьютеров на сверхбольших интегральных схемах. Состав функциональных устройств. Внутрикристалльная память. Системы на одном кристалле. Мультиредовая архитектура. Реконфигурируемые процессоры. Модели распараллеливания вычислений. Динамическое распараллеливание в суперскалярных микропроцессорах. Предварительная выборка команд и предсказание переходов. Мультиредовые модели распараллеливания..

2. Коммуникационные среды вычислительных систем

2.1. Коммуникационные среды вычислительных систем

Подходы к построению коммуникационных сред. Коммуникационные среды масштабируемых вычислительных систем. Специализация коммуникационных сред. Высокопроизводительные коммуникационные среды. Масштабируемый когерентный интерфейс SCI. Коммуникационная среда MYRINET. Коммуникационная среда QsNet. Коммуникационные среды для управления, ввода-вывода. Коммуникационные среды сигнальных микропроцессоров и транспьютеров..

3. Коммутаторы вычислительных систем

3.1. Коммутаторы вычислительных систем

Коммутаторы с временным разделением. Алгоритмы арбитража и особенности реализации шин. Составные коммутаторы. Коммутатор Клоза. Баньян-сети. Распределенные составные коммутаторы. Управление коммутаторами. Алгоритмы маршрутизации. Тупики (дедлоки) в составных коммутаторах. Структурирование буферного пула. Графы составных коммутаторов..

4. Системы взаимодействующих процессов

4.1. Системы взаимодействующих процессов

Понятие процесса. Системы совместно протекающих взаимодействующих процессов. Критические секции. Синхронизация процессов. Совместное использование ресурсов. Взаимное исключение. Критические интервалы. Примитивы синхронизации. Семафоры. Условные критические интервалы. Мониторы. Понятия дедлока и ливлока. Предотвращение дедлоков..

5. Организация многоуровневой иерархической памяти

5.1. Организация многоуровневой иерархической памяти

Когерентность памяти вычислительных систем. Архитектура вычислительной системы, размещение данных, указание доступа к данным. Неявная реализация когерентности. Системы с разделяемой памятью. Симметричные мультипроцессоры. Системы с архитектурой NUMA, COMA. Рефлексивная память. Модели когерентности памяти: свободная согласованность, ленивая и активная свободная согласованность, автоматическое распространение записей в удаленные узлы. Системы с передачей сообщений..

6. Вычислительные кластеры и массово-параллельные системы

6.1. Вычислительные кластеры и массово-параллельные системы

Универсальные и специализированные вычислительные системы с фиксированной архитектурой. Универсальные и специализированные вычислительные системы с программируемой архитектурой. Многопроцессорные серверы. Суперкомпьютеры: архитектуры, процессоры, коммуникационные среды, операционные системы. Вычислительные системы высокой степени готовности (кластеры): особенности программного обеспечения. Кластеры с распределенной памятью..

7. Параллельное программирование массово-параллельных систем

7.1. Параллельное программирование массово-параллельных систем

Организация параллельных вычислений. Переход от последовательных программ к параллельным (масштабируемость и переносимость). Параллельное программирование на основе интерфейса передачи сообщений MPI. Базовые понятия. Межпроцессные обмены. Коллективные взаимодействия процессов. Параллельное программирование на основе стандарта OpenMP. Основные положения. Управляющие структуры и окружения данных. Синхронизация процессов..

3.3. Темы практических занятий

1. № 2. Параллельные вычислительные системы с SIMD-архитектурой (2 часа).;
2. № 7. Параллельное программирование на основе интерфейса передачи сообщений MPI. Параллельное программирование на основе стандарта OpenMP (4 часа).;
3. № 6. Модели когерентности памяти: свободная согласованность, ленивая и активная свободная согласованность, автоматическое распространение записей в удаленные узлы (2 часа).;
4. № 5. Системы совместно протекающих взаимодействующих процессов (2 часа).;
5. № 4. Тупики (дедлоки) в составных коммутаторах (2 часа).;
6. № 3. Распределенные составные коммутаторы (2 часа).;
7. № 1. Векторно-конвейерные архитектуры (2 часа)..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
Знать:										
Принципы работы, параметры и характеристики различных микропроцессоров	ИД-1ОПК-2	+								Контрольная работа/Контрольная работа № 1 «Внутрикристалльная память. Системы на одном кристалле»
Современную и перспективную элементную базу ЭВМ и внешних устройств	ИД-1ОПК-5			+	+					Контрольная работа/Контрольная работа № 3 «Универсальные и специализированные вычислительные системы с программируемой архитектурой»
Классификацию, назначение и принципы построения вычислительных систем различной архитектуры, их организацию и функционирование	ИД-1ОПК-6							+		Контрольная работа/Контрольная работа № 5 «Суперкомпьютеры: архитектуры, процессоры, коммуникационные среды, операционные системы»
Уметь:										
Сопрягать аппаратные и программные средства в составе вычислительных систем	ИД-1ОПК-2		+							Контрольная работа/Контрольная работа № 2 «Распределенные составные коммутаторы»
Выбирать элементную базу и выполнять основные процедуры проектирования вычислительных устройств, включая расчеты, моделирование и экспериментальные исследования	ИД-1ОПК-5		+							Контрольная работа/Контрольная работа № 4 «Архитектура вычислительной системы, размещение данных, указание доступа к данным»
Применять методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования вычислительных систем	ИД-1ОПК-6					+			+	Контрольная работа/Контрольная работа № 6 «Организация параллельных вычислений. Переход от последовательных программ к параллельным»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа № 1 «Внутрикристалльная память. Системы на одном кристалле» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 «Распределенные составные коммутаторы» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа № 3 «Универсальные и специализированные вычислительные системы с программируемой архитектурой» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа № 4 «Архитектура вычислительной системы, размещение данных, указание доступа к данным» (Контрольная работа)
5. Контрольная работа № 5 «Суперкомпьютеры: архитектуры, процессоры, коммуникационные среды, операционные системы» (Контрольная работа)
6. Контрольная работа № 6 «Организация параллельных вычислений. Переход от последовательных программ к параллельным» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Топорков, В. В. Модели распределенных вычислений / В. В. Топорков . – М. : Физматлит, 2004 . – 320 с. - ISBN 5-922104-95-0 .;
2. Корнеев, В. В. Вычислительные системы / В. В. Корнеев . – М. : Гелиос АРВ, 2004 . – 512 с. - ISBN 5-85438-117-6 .;
3. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера : пер. с англ. / Э. Таненбаум . – 5-е изд . – СПб. : Питер, 2011 . – 844 с. + CD-ROM . – (Классика computer science) . - ISBN 978-5-469-01274-0 .;
4. Олифер, В. Г. Основы компьютерных сетей : учебное пособие / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер . – СПб. : Питер, 2014 . – 352 с. – (Учебное пособие) . - ISBN 978-5-496-00924-9 .;
5. Гельбух С. С.- "Сети ЭВМ и телекоммуникации. Архитектура и организация", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2019 - (208 с.)
<https://e.lanbook.com/book/118646>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Майнд Видеоконференции;
5. Libre Office.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-419, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-419, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-419, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

	зал ИВЦ	
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-419, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительные системы

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа № 1 «Внутрикристалльная память. Системы на одном кристалле» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа № 2 «Распределенные составные коммутаторы» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа № 3 «Универсальные и специализированные вычислительные системы с программируемой архитектурой» (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа № 4 «Архитектура вычислительной системы, размещение данных, указание доступа к данным» (Контрольная работа)
- КМ-5 Контрольная работа № 5 «Суперкомпьютеры: архитектуры, процессоры, коммуникационные среды, операционные системы» (Контрольная работа)
- КМ-6 Контрольная работа № 6 «Организация параллельных вычислений. Переход от последовательных программ к параллельным» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	15
1	Архитектура вычислительных систем							
1.1	Архитектура вычислительных систем		+					
2	Коммуникационные среды вычислительных систем							
2.1	Коммуникационные среды вычислительных систем			+		+		
3	Коммутаторы вычислительных систем							
3.1	Коммутаторы вычислительных систем				+			
4	Системы взаимодействующих процессов							
4.1	Системы взаимодействующих процессов				+			
5	Организация многоуровневой иерархической памяти							
5.1	Организация многоуровневой иерархической памяти							+
6	Вычислительные кластеры и массово-параллельные системы							
6.1	Вычислительные кластеры и массово-параллельные системы						+	

7	Параллельное программирование массово-параллельных систем						
7.1	Параллельное программирование массово-параллельных систем						+
Вес КМ, %:		10	10	20	20	20	20