

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**

|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>                             | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | <b>Б1.Ч.10</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | <b>8 семестр - 4;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>144 часа</b>   |
| <b>Лекции</b>                            | <b>8 семестр - 36 часа;</b>                                     |
| <b>Практические занятия</b>              | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Лабораторные работы</b>               | <b>8 семестр - 24 часа;</b>                                     |
| <b>Консультации</b>                      | <b>8 семестр - 2 часа;</b>                                      |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | <b>8 семестр - 81,5 часа;</b>                                   |
| <b>в том числе на КП/КР</b>              | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Иная контактная работа</b>            | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>включая:</b>                          |   |
| <b>Лабораторная работа</b>               |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |   |
| <b>Экзамен</b>                           | <b>8 семестр - 0,5 часа;</b>                                    |

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Калинина Г.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R8ed4c8b1-KaliniņaGA-2a71a135 |

(подпись)

Г.А. Калинина

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец   | Гольцов А.Г.                 |
|  | Идентификатор                                      | R64210572-GoltsovAG-cebbd3e8 |

(подпись)

А.Г. Гольцов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец   | Вишняков С.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | R35b26072-VishniakovSV-02810d9 |

(подпись)

С.В. Вишняков

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении основ структурной и функциональной организации вычислительных систем наиболее широко используемых типов, а также способов их применения для решения сложных прикладных задач

### Задачи дисциплины

- приобретение навыков принятия и обоснования технических решений при создании (анализе, проектировании, реализации и эксплуатации) вычислительных систем, ориентированных на выполнения прикладных задач различных классов;
- освоение способов эффективного использования ресурсов вычислительных систем при решении сложных научно-технических задач.

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  |
|---|---|--|
| ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности                      | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание принципов построения вычислительных машин, систем и сетей, методов оценки их функционирования | знать:<br>- методы анализа характеристик вычислительных систем на основе заданной технической информации;<br>- принципы структурной и функциональной организации вычислительных систем и их основных компонентов;<br>- базовые понятия и терминологию, относящиеся к организации и процессу создания современных вычислительных систем.  |
| ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности                      | ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Производит оценку влияния применяемых технических решений на общее функционирование системы                        | уметь:<br>- использовать программное моделирование для исследования и выбора характеристик вычислительных систем;<br>- выбирать наиболее подходящие в конкретных условиях методы расчета характеристик вычислительных систем;<br>- применять базовые понятия и использовать терминологию, относящиеся к сфере вычислительной техники, в учебной и профессиональной деятельности. |
| ПК-3 Способен принимать участие в концептуальном, функциональном и логическом проектировании инфокоммуникационных систем и устройств малого, среднего и крупного масштаба и | ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Осуществляет выбор и конфигурирование аппаратной платформы для вычислительных систем различного назначения         | знать:<br>- техническую информацию, относящуюся к аппаратным и программным средствам вычислительных систем;<br>- характеристики наиболее важных аппаратных и программных компонентов вычислительных систем.<br><br>уметь:  |

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения   |
|--|--|---|
| сложности, разрабатывать требования и проектировать программное и аппаратное обеспечение |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- на основе внешних требований и известных характеристик аппаратных и программных компонентов выполнять конфигурирование вычислительных систем;</li> <li>- сопрягать аппаратные и программные средства в составе вычислительных систем.</li> </ul> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Вычислительные машины, комплексы, системы и сети (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать арифметические и логические основы вычислительной техники
- знать основные методы и средства получения, хранения и переработки информации
- знать принципы построения структурных и функциональных схем узлов и устройств вычислительной техники
- знать основы построения современных операционных систем и особенности их применения
- уметь разбираться в структурных, функциональных схемах узлов и устройств
- уметь проводить оценку временных и аппаратных затрат схем
- уметь применять положения теории графов при анализе структуры вычислительного процесса
- уметь использовать аппарат дискретной математики для описания конструктивных объектов, относящихся к изучаемой предметной области

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 4 зачетных единицы, 144 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     | Введение в вычислительные системы. Базовые понятия – термины и определения  | 14                    | 8       | 4  | 4   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 6                 | -                                 | <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по данной лабораторной работе необходимо предварительно изучить цели и задачи выполнения лабораторной работы (аналогичный пункт самостоятельной работы должен содержаться ко всем лабораторным работам данного курса). При выполнении домашней подготовки к лабораторной работе необходимо подготовить исходные данные для описания надежностной структуры многопроцессорной вычислительной системы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Для подготовки и освоения данного раздела необходимо изучить дополнительные материалы по теме "Модели надежности" применительно к описанию характеристик надежности задач и распределенных структур</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], стр. 20-42, 52-55, 590-593<br/>[6], 12-25</p> |   |
| 1.1   | Введение в вычислительные системы. Базовые понятия – термины и определения. Эволюция средств вычислительной техники | 14                    |         | 4  | 4   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 6                                 |  | - |
| 2     | Модели прикладных задач.  | 14                    |         | 4  | 4   | -  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 6                                 |  | - |

|     |  |    |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |
|-----|--|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
|     | Характеристики вычислительных систем. Постановка задачи назначения и методы ее решения   |    |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   | лабораторной работе необходимо подготовить исходные данные для дальнейшего программного моделирования по описанию структуры многопроцессорной вычислительной системы и характеристик решаемых ею задач   |
| 2.1 | Модели прикладных задач.<br>Характеристики вычислительных систем. Постановка задачи назначения и методы ее решения                         | 14 | 4  | 4 | - | - | - | - | - | - | 6  | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по теме "Графовое представление и ярусно-параллельная форма схем" в рамках решения задачи назначения в многозадачном режиме<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 44-50<br>[5], стр. 3-23 |
| 3   | Классификация Флина. Проблема организации памяти в ВС различных классов  | 28 | 12 | 4 | - | - | - | - | - | - | 12 | - | <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> При выполнении домашней подготовки к лабораторной работе необходимо подготовить исходные данные для дальнейшего программного моделирования по описанию структуры многопроцессорной вычислительной системы с общей разделяемой памятью  |
| 3.1 | Классификация Флина.<br>Вычислительные системы классов SIMD и MIMD   | 14 | 6  | 2 | - | - | - | - | - | - | 6  | - | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по теме "Проблема когерентности общей разделяемой памяти в многопроцессорных системах"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 532-561, 570-588, 473-498<br>[2], стр. 5-35                  |
| 3.2 | Иерархическая память вычислительных систем. Разделяемая и локальная распределенная память. Проблема когерентности общей разделяемой памяти | 14 | 6  | 2 | - | - | - | - | - | - | 6  | - |  |
| 4   | Топологии коммуникационных сетей, применяемых в вычислительных системах  | 14 | 4  | 4 | - | - | - | - | - | - | 6  | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по темам "Топологии коммуникационных сетей, применяемых в вычислительных системах" и "Иерархическая память вычислительных"  |

|     |   |    |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|-----|---|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 4.1 | Топологии коммуникационных сетей, применяемых в вычислительных системах   | 14 |  | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <p>систем. Разделяемая и локальная распределенная память"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> При выполнении домашней подготовки к лабораторной работе необходимо подготовить исходные данные для дальнейшего программного моделирования по описанию задач, выполняемых на многопроцессорной вычислительной системе с распределенной памятью, и расчета их характеристик</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по вопросам решения задачи назначения для вычислительных систем с распределенной памятью путем определения и анализа критического пути в таких системах</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], стр.500-531<br/>[2], стр. 40-110</p> |
| 5   | Уровни параллелизма систем и закономерности параллельных вычислений. Вычислительные системы с нетрадиционной архитектурой | 14 |  | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> При выполнении домашней подготовки к лабораторной работе необходимо подготовить исходные данные для дальнейшего программного моделирования по описанию однородной кластерной вычислительной системы и задач, выполняемых на ней</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по текущему разделу, а также по вопросам постановки задачи назначения и моделям представления задач в вычислительных системах с различной организацией</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по теме</p>   |
| 5.1 | Уровни параллелизма систем и закономерности параллельных вычислений. Вычислительные системы с нетрадиционной              | 14 |  | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 6 | - | <p>Повторение материала по текущему разделу, а также по вопросам постановки задачи назначения и моделям представления задач в вычислительных системах с различной организацией</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по теме</p>  |

|     |  |       |    |    |   |   |   |   |   |     |    |      |   |
|-----|--|-------|----|----|---|---|---|---|---|-----|----|------|---|
|     | архитектурой   |       |    |    |   |   |   |   |   |     |    |      | "Исследование принципов организации вычислительного процесса на кластерах"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 456-468, 595-611<br>[3], стр. 10-62   |
| 6   | Архитектура современных процессоров  | 24    | 8  | 4  | - | - | - | - | - | -   | 12 | -    | <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> При выполнении домашней подготовки к лабораторной работе необходимо выполнить построение и анализ временных диаграмм выполнения заданного циклического фрагмента программы на суперскалярном и векторном процессорах. |
| 6.1 | Архитектура системы команд и микроархитектура. Конвейеризация вычислений. Скалярные и суперскалярные процессоры      | 12    | 4  | 2  | - | - | - | - | - | -   | 6  | -    | <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по теме "Принципы суперскалярной и векторной обработки данных"  |
| 6.2 | Архитектура современных процессоров. Многоядерные процессоры и гиперпоточность. Векторные и ассоциативные процессоры | 12    | 4  | 2  | - | - | - | - | - | -   | 6  | -    | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 120-157, 401-435, 435-553<br>[4], стр. 3-14<br>[7], 85-96   |
|     | Экзамен  | 36.0  | -  | -  | - | - | 2 | - | - | 0.5 | -  | 33.5 |   |
|     | Всего за семестр   | 144.0 | 36 | 24 | - | - | 2 | - | - | 0.5 | 48 | 33.5 |   |
|     | Итого за семестр   | 144.0 | 36 | 24 | - | - | 2 | - | - | 0.5 | 48 | 81.5 |   |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Введение в вычислительные системы. Базовые понятия – термины и определения

1.1. Введение в вычислительные системы. Базовые понятия – термины и определения. Эволюция средств вычислительной техники

Понятие системы обработки данных. Классификация систем обработки данных по их назначению. Другие подходы к классификации систем. Иерархическая организация систем обработки данных. Уровни организации систем. Интерпретация и трансляция. Специализация систем обработки данных. Уровни специализации. Связь специализации с назначением систем обработки данных. Вычислительные системы как частный случай систем обработки данных. Использование понятия «вычислительная система» в обобщенном смысле. Понятия организации и архитектуры системы обработки данных. Проекция этих понятий на вычислительные системы. Эволюция средств вычислительной техники. Перспективы совершенствования вычислительных систем. Вычислительные машины и системы. Машина с хранимой программой. Фон-неймановская архитектура.

### 2. Модели прикладных задач. Характеристики вычислительных систем. Постановка задачи назначения и методы ее решения

2.1. Модели прикладных задач. Характеристики вычислительных систем. Постановка задачи назначения и методы ее решения

Модели прикладных задач – функциональные ациклические схемы. Графовое представление и ярусно-параллельная форма схем. Модели прикладных задач – автоматные схемы. Графовое представление замкнутых автоматных схем. Недетерминированность автоматных схем. Характеристики вычислительных систем – производительность, надежность, стоимость. Основные показатели производительности вычислительных систем, методы и средства их оценки. Постановка задачи назначения. Модели представления задач и стратегии назначения. Понятие критического пути графа задачи и алгоритм его определения. Решение задачи назначения. Стратегии назначения. Многозадачный режим при решении задачи назначения.

### 3. Классификация Флина. Проблема организации памяти в ВС различных классов

3.1. Классификация Флина. Вычислительные системы классов SIMD и MIMD

Таксономия Флина. Вычислительные системы классов SIMD и MIMD. Общая характеристика и примеры. Вычислительные системы класса SIMD. Векторные и матричные системы. Вычислительные системы класса SIMD. Ассоциативные и систолические системы. Вычислительные системы класса MIMD. Симметричные и несимметричные системы с разделяемой памятью. Решение задачи назначения для вычислительных систем с общей разделяемой памятью. Определение критического пути для вычислительных систем с общей разделяемой памятью. Вычислительные системы класса MIMD. Системы с распределенной памятью. Массивно-параллельные MPP-системы. Кластерные вычислительные системы. Решение задачи назначения для вычислительных систем с локальной распределенной памятью. Определение критического пути для вычислительных систем с локальной распределенной памятью.

3.2. Иерархическая память вычислительных систем. Разделяемая и локальная распределенная память. Проблема когерентности общей разделяемой памяти

Проблема «стены памяти». Иерархическая память вычислительных систем. Основные характеристики. Особенности организации основной памяти вычислительных систем. Блочная организация и расслоение основной памяти. Кэш-память. Механизмы записи и

чтения данных. Способы отображения основной памяти на кэш-память. Алгоритмы замещения данных. Виды кэш-памяти. Выбор емкости кэш-памяти и размера блока. Понятие виртуальной памяти. Физически общая разделяемая память. Физически распределенная разделяемая память. NUMA-память, COMA-память и DSM-память. Проблема когерентности общей разделяемой памяти в многопроцессорных системах. Программные способы решения проблемы когерентности. Аппаратные способы решения проблемы когерентности общей разделяемой памяти.

#### 4. Топологии коммуникационных сетей, применяемых в вычислительных системах

##### 4.1. Топологии коммуникационных сетей, применяемых в вычислительных системах

Классификация топологий коммуникационных сетей, применяемых в вычислительных системах. Метрики топологий коммуникационных сетей. Функции маршрутизации данных. Статические топологии коммуникационных сетей. Коммуникационные сети с топологией гиперкуб. Правила коммутации в гиперкубе. Динамические топологии. Блокирующие, неблокирующие и реконфигурируемые топологии коммуникационных сетей. Динамические одно- и многослойные топологии. Топология полностью связной коммутационной матрицы «кроссбар». Многослойные динамические сети. Коммутирующие элементы многослойных сетей. Блокирующие и неблокирующие многослойные динамические сети. Реконфигурируемые многослойные динамические сети.

#### 5. Уровни параллелизма систем и закономерности параллельных вычислений. Вычислительные системы с нетрадиционной архитектурой

##### 5.1. Уровни параллелизма систем и закономерности параллельных вычислений.

Вычислительные системы с нетрадиционной архитектурой

Уровни параллелизма вычислительных систем. Гранулярность вычислений. Профиль параллелизма. Метрики параллельных вычислений. Закономерности параллельных вычислений. Закон Амдала для постоянного объема вычислений. Закон Густафсона для постоянного времени вычислений и обобщенный закон Сана-Ная. Классификации вычислительных систем. Классификационные признаки. Таксономия Флина и ее расширения. Классификации Хокни и Скилликорна. Вычислительные системы с нетрадиционной архитектурой. Системы с управлением потоком данных. Вычислительные системы с управлением по запросу.

#### 6. Архитектура современных процессоров

##### 6.1. Архитектура системы команд и микроархитектура. Конвейеризация вычислений.

Скалярные и суперскалярные процессоры

Понятие архитектуры системы команд. Классификация архитектур уровня системы команд. Микроархитектура. Аппаратное и микропрограммное выполнение команд. Микропрограммирование – концепция и основные понятия. Конвейеризация вычислений. Синхронные линейные конвейеры. Нелинейные конвейеры. Показатели эффективности конвейеров. Конвейеры команд. Конфликты в конвейерах команд. Методы решения проблемы условных переходов в конвейерах команд. Предсказание переходов. Скалярные и суперскалярные процессоры. Принципы суперскалярной обработки данных. Особенности реализации суперскалярных процессоров. Суперскалярные процессоры. Аппаратная поддержка суперскалярных операций. Примеры построения временных диаграмм при суперскалярной обработке данных.

6.2. Архитектура современных процессоров. Многоядерные процессоры и гиперпоточность. Векторные и ассоциативные процессоры

Организация процессоров с CISC- и RISC-архитектурой. Организация процессоров с VLIW- и EPIC-архитектурой. Организация многоядерных процессоров. Физические и виртуальные ядра. Гиперпоточность. Гиперпотоковая обработка данных в современных процессорах. Технология HyperThreading. Векторные процессоры. Принципы векторной обработки данных. Примеры построения временных диаграмм при векторной обработке данных. Ассоциативные процессоры. Ассоциативные процессоры с пословной организацией.

### 3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование надежности систем с распределенной структурой;
2. Исследование задачи составления расписаний и организации многозадачного режима выполнения вычислительного процесса в многопроцессорных ВС;
3. Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с общей памятью;
4. Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с распределенной памятью;
5. Исследование принципов организации вычислительного процесса в однородной кластерной вычислительной системе;
6. Исследование принципов функционирования суперскалярных и векторных процессоров.

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по теме текущего раздела "Графовое представление и ярусно-параллельная форма схем"
2. Обсуждение материалов по темам "Иерархическая память вычислительных систем. Разделяемая и локальная распределенная память. Проблема когерентности общей разделяемой памяти"
3. Обсуждение дополнительных материалов по темам "Исследование принципов функционирования суперскалярных и векторных процессоров"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение и обсуждение индивидуального задания для выполнения лабораторных работ данного курса
2. Консультации направлены на обсуждение индивидуального задания для выполнения лабораторной работы "Исследование задачи составления расписаний и организации многозадачного режима выполнения вычислительного процесса в многопроцессорных ВС"
3. Консультации направлены на обсуждение индивидуального задания для выполнения лабораторной работы "Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с общей памятью"
4. Консультации направлены на обсуждение индивидуального задания для выполнения лабораторной работы "Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с распределенной памятью"

5. Консультации направлены на получение и обсуждение индивидуального задания для выполнения лабораторной работы по теме "Исследование принципов организации вычислительного процесса на кластерах"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения лабораторной работы по теме "Исследование принципов функционирования суперскалярных и векторных процессоров" и обсуждения деталей ее выполнения

### **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<br>(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 |   |
| <b>Знать:</b>  |                  |   |   |   |   |   |   |   |
| базовые понятия и терминологию, относящиеся к организации и процессу создания современных вычислительных систем                              | ИД-2ПК-1         | +   |   |   |   |   |   | Лабораторная работа/Исследование надежности систем с распределенной структурой  |
| принципы структурной и функциональной организации вычислительных систем и их основных компонентов  | ИД-2ПК-1         |   | + |   |   |   |   | Лабораторная работа/Исследование задачи составления расписаний и организации многозадачного режима выполнения вычислительного процесса в многопроцессорных ВС   |
| методы анализа характеристик вычислительных систем на основе заданной технической информации   | ИД-2ПК-1         |   |   | + |   |   |   | Лабораторная работа/Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с общей памятью<br>Лабораторная работа/Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с распределенной памятью |
| характеристики наиболее важных аппаратных и программных компонентов вычислительных систем  | ИД-4ПК-3         |   |   |   | + |   |   | Лабораторная работа/Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с распределенной памятью   |
| техническую информацию, относящуюся к аппаратным и программным средствам вычислительных систем   | ИД-4ПК-3         |   |   |   |   |   | + | Лабораторная работа/Исследование принципов функционирования суперскалярных и векторных процессоров  |
| <b>Уметь:</b>  |                  |   |   |   |   |   |   |   |
| применять базовые понятия и использовать терминологию, относящиеся к сфере вычислительной техники, в учебной и профессиональной деятельности | ИД-3ПК-1         | +   |   |   |   |   |   | Лабораторная работа/Исследование надежности систем с распределенной структурой  |

|  |          |  |   |   |   |   |  |
|--|----------|--|---|---|---|---|--|
| выбирать наиболее подходящие в конкретных условиях методы расчета характеристик вычислительных систем  | ИД-3ПК-1 |  | + |   |   |   | Лабораторная работа/Исследование задачи составления расписаний и организации многозадачного режима выполнения вычислительного процесса в многопроцессорных ВС  |
| использовать программное моделирование для исследования и выбора характеристик вычислительных систем   | ИД-3ПК-1 |  |   | + |   |   | Лабораторная работа/Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с общей памятью<br>Лабораторная работа/Исследование принципов функционирования суперскалярных и векторных процессоров         |
| сопрягать аппаратные и программные средства в составе вычислительных систем  | ИД-4ПК-3 |  |   |   | + |   | Лабораторная работа/Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с распределенной памятью  |
| на основе внешних требований и известных характеристик аппаратных и программных компонентов выполнять конфигурирование вычислительных систем | ИД-4ПК-3 |  |   |   |   | + | Лабораторная работа/Исследование принципов организации вычислительного процесса в однородной кластерной вычислительной системе<br>Лабораторная работа/Исследование принципов функционирования суперскалярных и векторных процессоров |

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Исследование задачи составления расписаний и организации многозадачного режима выполнения вычислительного процесса в многопроцессорных ВС (Лабораторная работа)
2. Исследование надежности систем с распределенной структурой (Лабораторная работа)
3. Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с общей памятью (Лабораторная работа)
4. Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с распределенной памятью (Лабораторная работа)
5. Исследование принципов организации вычислительного процесса в однородной кластерной вычислительной системе (Лабораторная работа)
6. Исследование принципов функционирования суперскалярных и векторных процессоров (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Орлов, С. А. Организация ЭВМ и систем : учебник для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер . – 2-е изд . – СПб. : Питер, 2011 . – 688 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 978-5-49807-862-5 .;
2. Дерюгин, А. А. Коммутаторы вычислительных систем. [посвящ. 50-летию Ин-та автоматики и вычислительной техники] : учебное пособие для вузов по специальности 230101 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети" / А. А. Дерюгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 112 с. - ISBN 978-5-383-00228-5 .;
3. Кластеры на многоядерных процессорах : учебное пособие по курсам "Вычислительные системы" и "Высокопроизводительные вычислительные системы" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / И. И. Ладыгин, А. В. Логинов, А. В. Филатов, С. Г. Яньков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 112 с. - ISBN 978-5-383-00142-4 .;
4. Ладыгин, И. И. Исследование скалярных и векторных процессов : Методические указания к расчетному заданию по курсу "Вычислительные системы" по направлению "Информатика

- и вычислительная техника" и специальности "Вычислительная машины, комплексы, системы и сети" / И. И. Ладыгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 16 с.;
5. Ладыгин, И. И. Лабораторные работы по курсу "Вычислительные системы" / И. И. Ладыгин, Г. А. Калинина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 32 с.;
6. Вотинов М. В.- "Вычислительные машины, системы и компьютерные сети", Издательство: "МГТУ", Мурманск, 2018 - (156 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/142639>;
7. Панфилов И. В., Заяц А. М.- "Архитектура ЭВМ и информационных систем. Структурная организация", Издательство: "СПбГЛТУ", Санкт-Петербург, 2013 - (96 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58860](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58860).

### **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.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
11. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
12. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
13. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
14. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
15. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
16. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование | Оснащение   |
|---|-------------------------------|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ       | сервер, кондиционер                                       |
|   | Г-306, Учебная аудитория      | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для   | Е-522/6,                      | стол преподавателя, стол                                  |



|   |                                   |  |
|---|-----------------------------------|--|
| проведения лабораторных занятий                           | Компьютерный класс №3             | компьютерный, стул, доска маркерная, компьютер персональный  |
|   | Е-522/9, Компьютерный класс №4    | стол преподавателя, стол компьютерный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ           | сервер, кондиционер  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Е-522/4, Компьютерный класс №2    | стол преподавателя, стол компьютерный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ           | сервер, кондиционер  |
| Помещения для самостоятельной работы                      | Е-522/3, Компьютерный класс №1    | стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска маркерная, компьютер персональный                                 |
|   | Е-522/4, Компьютерный класс №2    | стол преподавателя, стол компьютерный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный |
|   | Е-522/6, Компьютерный класс №3    | стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска маркерная, компьютер персональный                                 |
|   | Е-522/9, Компьютерный класс №4    | стол преподавателя, стол компьютерный, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный |
| Помещения для консультирования                            | Е-402, Кабинет сотрудников "ВМСС" |  |
|   | Е-504а, Кабинет сотрудников       |  |
| 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)

#### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Исследование надежности систем с распределенной структурой (Лабораторная работа)
- КМ-2 Исследование задачи составления расписаний и организации многозадачного режима выполнения вычислительного процесса в многопроцессорных ВС (Лабораторная работа)
- КМ-3 Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с общей памятью (Лабораторная работа)
- КМ-4 Исследование принципов организации вычислительного процесса в многопроцессорных ВС с распределенной памятью (Лабораторная работа)
- КМ-5 Исследование принципов организации вычислительного процесса в однородной кластерной вычислительной системе (Лабораторная работа)
- КМ-6 Исследование принципов функционирования суперскалярных и векторных процессоров (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| 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   | 16   |
| 1             | Введение в вычислительные системы. Базовые понятия – термины и определения   |            |      |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Введение в вычислительные системы. Базовые понятия – термины и определения. Эволюция средств вычислительной техники                        |            | +    |      |      |      |      |      |
| 2             | Модели прикладных задач. Характеристики вычислительных систем. Постановка задачи назначения и методы ее решения                            |            |      |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Модели прикладных задач. Характеристики вычислительных систем. Постановка задачи назначения и методы ее решения                            |            |      | +    |      |      |      |      |
| 3             | Классификация Флина. Проблема организации памяти в ВС различных классов  |            |      |      |      |      |      |      |
| 3.1           | Классификация Флина. Вычислительные системы классов SIMD и MIMD  |            |      |      | +    |      |      | +    |
| 3.2           | Иерархическая память вычислительных систем. Разделяемая и локальная распределенная память. Проблема когерентности общей разделяемой памяти |            |      |      | +    | +    |      | +    |
| 4             | Топологии коммуникационных сетей, применяемых в вычислительных системах  |            |      |      |      |      |      |      |
| 4.1           | Топологии коммуникационных сетей, применяемых в вычислительных системах  |            |      |      |      | +    |      |      |

|            |   |    |    |    |    |    |    |
|------------|---|----|----|----|----|----|----|
| 5          | Уровни параллелизма систем и закономерности параллельных вычислений. Вычислительные системы с нетрадиционной архитектурой |    |    |    |    |    |    |
| 5.1        | Уровни параллелизма систем и закономерности параллельных вычислений. Вычислительные системы с нетрадиционной архитектурой |    |    |    |    | +  | +  |
| 6          | Архитектура современных процессоров   |    |    |    |    |    |    |
| 6.1        | Архитектура системы команд и микроархитектура. Конвейеризация вычислений. Скалярные и суперскалярные процессоры           |    |    |    |    |    | +  |
| 6.2        | Архитектура современных процессоров. Многоядерные процессоры и гиперпоточность. Векторные и ассоциативные процессоры      |    |    |    |    |    | +  |
| Вес КМ, %: |   | 10 | 20 | 15 | 15 | 15 | 25 |