

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Физические основы построения ЭВМ

**Кафедра дискретной математики и информатики**  
**факультета математики и компьютерных наук**

**Образовательная программа бакалавриата**  
**02.03.02 – Фундаментальная информатика и информационные**  
**технологии**

Направленность (профиль) программы:  
Информатика и компьютерные науки

Форма обучения:  
**очная**

Статус дисциплины: входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины “Физические основы построения ЭВМ” составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии от «23» августа 2017 №808.

Разработчик(и): кафедра дискретной математики и информатики, преподаватель Ибатов Темирлан Ильмутдинович.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры дискретной математики и информатики от «28» февраля 2022 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  Магомедов А.М.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии ФМиКН от «24» марта 2022г., протокол №4.

Председатель  Ризаев М.К.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.  
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Физические основы построения ЭВМ» входит в часть ОПОП бакалавриата формируемую участниками образовательных отношений по направлению 02.03.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии. Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой дискретной математики и информатики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными основами электропроводности металлов и полупроводников, элементами физики полупроводников, полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов, элементарной базы современных ЭВМ, полупроводниковых запоминающих устройств. Даются некоторые избранные вопросы: интерфейсов ввода-вывода, внешней памяти ЭВМ, связи ЭВМ с внешней средой, перспектив развития ЭВМ и квантовых компьютеров. Темы взаимосвязаны друг с другом и снабжены большим количеством примеров, помогающих усвоить и закрепить излагаемый материал. Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общих – ОПК-4, профессиональных - ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение лекционных занятий.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: в форме контрольной работы, промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа), в том числе в академических часах по видам учебных занятий.

Занятия по дисциплине проводятся в восьмом семестре: учебные занятия, форма промежуточной аттестации - контактная работа обучающихся с преподавателем (КСР), в том числе зачет

| Семе<br>стр | Учебные занятия                                |                           |                           |     |       |     | Форма<br>промежуточн<br>ой<br>аттестации |       |
|-------------|--|---------------------------|---------------------------|-----|-------|-----|--|-------|
|             | в том числе                                    |                           |                           |     |       |     |  |       |
|             | Контактная работа обучающихся с преподавателем |                           |                           |     |       | КСР |  |       |
|             | Все-<br>го                                     | из них                    |                           |     |       |     |  |       |
| Лек<br>ции  |  | Лаборатор-<br>ные занятия | Практиче-<br>ские занятия | КСР | конс. |     |  |       |
| 8           | 72   | 8                         |                           | 6   |       |     | 58                                       | зачет |

## **1. Цели освоения дисциплины**

Дисциплина «Физические основы построения ЭВМ» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует формированию мировоззрения и системного мышления. Целью преподавания дисциплины «Физические основы построения ЭВМ» является подготовка специалистов к деятельности в сфере разработки, исследования и эксплуатации информационных систем, связанных с основными основами электропроводности металлов и полупроводников, элементами физики полупроводников, полупроводниковых диодов, биполярных и полевых транзисторов, элементарной базы современных ЭВМ, полупроводниковых запоминающих устройств. Даются некоторые избранные вопросы интерфейсов ввода-вывода, внешней памяти ЭВМ, связи ЭВМ с внешней средой, перспектив развития ЭВМ и квантовых компьютеров. Темы взаимосвязаны друг с другом и снабжены большим количеством примеров, помогающих усвоить и закрепить излагаемый материал.

Задачи курса:

- изучение архитектура вычислительных систем;
- углубленное изучение правил использования архитектуры вычислительных систем в работе на ЭВМ.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина «Физические основы построения ЭВМ» относится к части образовательной программы бакалавриата формируемой участниками образовательных отношений по направлению 02.03.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии и преподается на 4 курсе в 8 семестре (2 зачетные единицы). Изучение предмета завершается письменным зачетом в конце семестра. Дисциплина «Физические основы построения ЭВМ» логически и содержательно взаимосвязана с такими дисциплинами, как «Теоретическая информатика», «Логика и теория алгоритмов», «Математическая логика», «Теория алгоритмов», «Основы программирования», «Дискретная математика».

Преподавание курса строится с учетом того, что студенты получили необходимые знания из курсов дисциплин «Физика», «Логика и теория алгоритмов», «Теория алгоритмов» и «Дискретная математика».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения**

**дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)**

| Код и наименование профессиональной компетенции  | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции выпускника  | Планируемые результаты обучения  | Процедура освоения  |
|--|---|--|---|
| <p><b>ОПК-4.</b> Способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и комплексов с использованием стандартов, норм и правил, а также в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла</p> | <p><b>ОПК-4.1.</b> Знает принципы сбора и анализа информации, создания информационных систем на стадиях жизненного цикла.</p> | <p><i>Знает:</i> основные принципы и концепции развития существующих информационно коммуникационных технологий с учетом требований информационной безопасности; алгоритмы решения стандартных организационных задач; основные понятия, теоретические положения и методы программирования на языках высокого уровня.<br/> <i>Умеет:</i> применять методы программирования при решении разнообразных задач теоретического и практического содержания.<br/> <i>Владеет:</i> методами решения задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.</p> | <p>Устный опрос, письменный опрос, самостоятельная работа, проработка и конспектирование пройденного материала.</p> |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | <p><b>ОПК-4.2.</b> Умеет осуществлять управление проектами информационных систем.</p>         | <p><i>Знает:</i> основные направления применения информационно коммуникационных технологий в науке и образовании; принципы построения сетей; локальные и глобальные сети; сеть Интернет; безопасность компьютерных сетей.</p> <p><i>Умеет:</i> выбирать эффективные информационные технологии для использования в научных исследованиях и учебном процессе.</p> <p><i>Владеет:</i> методами математического и алгоритмического моделирования и информационно коммуникационных технологий в науке и образовании</p> |  |
|  | <p><b>ОПК-4.3.</b> Имеет практический опыт анализа и интерпретации информационных систем.</p> | <p><i>Знает:</i> теоретические положения и методы программирования на языках высокого уровня.</p> <p><i>Умеет:</i> выбирать эффективные информационные технологии для использования в научных исследованиях и учебном процессе.</p> <p><i>Владеет:</i> навыками построения алгоритмов и программ различных явлений и процессов, навыками использования</p>   |  |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | информационных технологий для обработки данных  |  |
| ПК-3.<br>Способность к установке, администрированию и ю программных систем; к реализации технического сопровождения информационных систем; к интеграции информационных систем с используемыми аппаратно-программными комплексами | ПК-3.1. Знает методику установки и администрирования программных систем.     | <i>Знает:</i> разные подходы к определению основных понятий математики; основные понятия информатики; формулировки математических утверждений при различных изменениях их исходных условий; различные языки программирования;<br><i>Умеет:</i> устанавливать связи между различными предметными разделами с учетом специфики математики и информатики необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.<br><i>Владеет:</i> определенными навыками планирования и проведения работы по собиранию, обрабатыванию и интерпретированию данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям. | Устный опрос, письменный опрос, самостоятельная работа, проработка и конспектирование пройденного материала. |
|  | ПК-3.2. Умеет реализовывать техническое сопровождение информационных систем. | <i>Знает:</i> разнообразные формы пропаганды и популяризации знаний в области математики и информатики.<br><i>Умеет:</i> планировать изложение различных базовых вопросов   |  |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  |   | <p>изучения математики и информатики в доступной для данной аудитории форме.<br/> <i>Владеет:</i> определенным опытом планирования и проведения экскурсий для пропаганды и популяризации знаний в области математики и информатики.</p>  |  |
|  | <p><b>ПК-3.3.</b><br/>         Имеет практический опыт разработки интеграции информационных систем с использованием аппаратно программных комплексов.</p> | <p><i>Знает:</i> современные методы по собиранию, обрабатыванию и интерпретированию современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.<br/> <i>Умеет:</i> привлечь внимание обучающихся к математическим и компьютерным наукам.<br/> <i>Владеет:</i> навыками проведения работы по собиранию, обрабатыванию и интерпретированию современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.</p> |  |

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет две зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме



| № п/п   | Разделы и темы дисциплины по модулям                     | Семестр   | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах) |                      |                      |                                       | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|---|--|-----------|---|----------------------|----------------------|---------------------------------------|---|
|   |  |           | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа в т.ч. экзамен |   |
| <b>Модуль 1. Физические основы построения ЭВМ</b> |  |           |   |                      |                      |                                       |   |
| 1   | Введение в курс  | 8         |   |                      |                      | 6                                     | Устный опрос  |
| 2   | Основы электропроводности металлов и полупроводников     | 8         |   |                      |                      | 6                                     | Устный опрос  |
| 3   | Элементы физики полупроводников. Полупроводниковые диоды | 8         | 2   |                      |                      | 6                                     | Устный опрос  |
| 4   | Биполярные и полевые транзисторы                         | 8         |   | 2                    |                      | 6                                     | Устный опрос  |
| 5   | Элементная база современных ЭВМ                          | 8         | 2   |                      |                      | 6                                     | Устный опрос  |
| <b>Итого за модуль 1:</b>                         |  | <b>36</b> | <b>4</b>  | <b>2</b>             |                      | <b>30</b>                             | <b>Устный опрос</b>   |
| <b>Модуль 2. Современные ЭВМ</b>                  |  |           |   |                      |                      |                                       |   |
| 6   | Системный блок ЭВМ                                       | 8         | 2   |                      |                      |                                       | Устный опрос  |
| 7   | Полупроводниковые запоминающие устройства                | 8         |   |                      |                      | 6                                     | Устный опрос  |
| 8   | Интерфейсы ввода-вывода                                  | 8         |   |                      |                      | 6                                     | Устный опрос  |
| 9   | Внешняя память ЭВМ (I)                                   | 8         | 2   |                      |                      | 2                                     | Устный опрос  |
| 10  | Внешняя память ЭВМ (II)                                  | 8         |   |                      |                      | 6                                     | Устный опрос  |
| 11  | Связь ЭВМ с внешней средой: вывод визуальной информации  | 8         |   | 2                    |                      | 4                                     | Устный опрос  |
| 12  | Перспективы развития ЭВМ и квантовые компьютеры          | 8         |   | 2                    |                      | 4                                     | Устный опрос  |
| <b>Итого за модуль 2:</b>                         |  | <b>36</b> | <b>4</b>  | <b>4</b>             |                      | <b>28</b>                             |   |
| <b>ИТОГО:</b>                                     |  | <b>72</b> | <b>8</b>  | <b>6</b>             |                      | <b>58</b>                             | <b>Зачет</b>  |

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий

##### Лекция 1. Введение в курс

Компьютер и информация: некоторые определения и история развития вычислительной техники, поколения компьютеров и их элементная база. Экспоненциальное развитие и закон Мура. Роль полупроводниковых материалов в элементной базе современных компьютеров. Преимущества интегральных схем перед дискретными компонентами. Технологическая база сверхбольших интегральных схем и степень интеграции. Фотолитография. Воспроизводимость параметров и минимальный топологический

размер. Основные направления и перспективы развития микроэлектроники.

## **Лекция 2. Основы электропроводности металлов и полупроводников**

Электроны. Краткие сведения из квантовой механики. Уравнение де Бройля, соотношение неопределенностей, волновая функция. Спектр электронных состояний в атомах, молекулах и кристаллах. Спектр электронных состояний атома водорода и многоэлектронных атомов. Понятие о зонной структуре. Принципы деления веществ на проводники (металлы), полупроводники и изоляторы (диэлектрики). Модель электронного газа. Понятие о квантовой модели электропроводности. Энергия Ферми. Электроны и дырки. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводники n- и p-типа. Технологии легирования полупроводников.

## **Лекция 3. Элементы физики полупроводников.**

Полупроводниковые диоды Проводящие свойства металлов, полупроводников и диэлектриков. Полупроводники в микроэлектронике. Свободные носители заряда в полупроводнике, дрейфовый и диффузионный ток. Электронно-дырочный (p-n) переход, распределение поля и потенциала, потенциальный барьер. Вольт-амперная характеристика p-n-перехода. Дифференциальное сопротивление. Барьерная и диффузионная емкость. Полупроводниковые диоды. Быстродействие полупроводниковых диодов. Виды полупроводниковых диодов. Контакты металл - полупроводник. Диоды Шоттки. Омические контакты. Полупроводниковые приемники и источники света.

## **Лекция 4. Биполярные и полевые транзисторы**

История создания и классификация транзисторов. Биполярные транзисторы. Режимы работы. Основные схемы включения. Усиление тока и напряжения. Ключевой режим. Быстродействие. Транзисторы, изготовленные по планарной технологии. Полевые транзисторы. Виды полевых транзисторов и основные схемы включения. МОП структура. КМОП технология. Транзисторы в современном компьютере. Приборы и устройства транзисторного типа. Перспективные схемы транзисторов.

## **Лекция 5. Элементная база современных ЭВМ**

Аналоговое и цифровое представление информации. Физическое представление информации в компьютере. Двоичный код. «Высокое» и «низкое» состояния логических схем. Позитивная и негативная логики. Ключевой режим работы коммутирующего элемента. Реализация элементарных логических функций. Основные характеристики логических элементов. Семейства логических схем, Потребляемая мощность, время задержки распространения, энергия переключения, напряжение питания, коэффициент разветвления по выходу. Понятие о помехоустойчивости логического элемента.

## **Лекция 6. Системный блок ЭВМ**

Архитектура фон Неймана и обобщенная структура системного блока: микропроцессор (МП), память, шина. Основные характеристики МП: технология изготовления, напряжение питания, объем адресуемой памяти, разрядность шины данных, тактовая частота. Цикл МП и его фазы. Взаимодействие МП и ОЗУ. Способы обмена информацией между МП и внешними устройствами: синхронный, асинхронный и полусинхронный. Режимы работы процессора: прерывание, прямой доступ к памяти, ожидание. Внутренняя структура процессора (FSB, QPI, HyperTransport, северный и южный мосты). Шины и их основные характеристики (ISA, VESA, AGP, PCI, PCI-E). Мультиплексирование. Мультипроцессорные и многоядерные конфигурации. Специализированные МП.

### **Лекция 7. Полупроводниковые запоминающие устройства**

Конденсатор и триггер - простейшие ячейки памяти. Энергозависимая и энергонезависимая память. Классификация ПП запоминающих устройств. Характеристики памяти: стоимость, емкость, быстродействие, потребляемая мощность, возможность доступа. Статическое и динамическое оперативное запоминающее устройство (СОЗУ и ДОЗУ). Характеристики и принципы работы. Организация, контроль работоспособности и методы регенерации ДОЗУ. Применение СОЗУ и ДОЗУ в ЭВМ. Сравнительные характеристики и перспективы развития. Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Элементы на основе структур с плавающим затвором. Стирание информации УФ излучением и электрическим полем. Применение ПЗУ в ЭВМ. Сравнительные характеристики и перспективы развития ПЗУ: Flash-память, MRAM.

### **Лекция 8. Интерфейсы ввода-вывода**

Функции интерфейса ввода-вывода. Информационная, электрическая и конструктивная совместимость. Устройство типичного интерфейса. Методы доступа FIFO и LIFO. Функциональная и управляющая части интерфейса. Контроль паритета. Последовательный и параллельные интерфейсы. Дуплексная и полудуплексная, синхронная и асинхронная связь. Основные характеристики некоторых универсальных интерфейсов: RS232, CENTRONICS, USB, FireWire, Thunderbolt. Некоторые специализированные интерфейсы: PATA, SCSI, SATA.

### **Лекция 9. Внешняя память ЭВМ (I)**

Физические явления в основе реализации внешней памяти. Устройства внешней памяти на основе магнитных материалов. Магнетизм. Магнитные материалы: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Температура Кюри. Магнитная память в природе. Намагниченность. Закон электромагнитной индукции. Кривая намагниченности ферромагнетиков. Магнитомягкие и магнитотвердые ферромагнетики. Доменная структура. История магнитной записи. Принципы записи и считывания информации на

магнитных носителях. Запись цифровой информации. Жесткий диск. Типы магнитных носителей. Типы магнитных головок. Предельная плотность записи и скорость доступа к записанной информации. Продольная и поперечная запись информации. Современные жесткие диски и перспективные технологии в устройствах магнитной памяти. Твердотельные устройства внешней памяти и их перспективы как альтернативы магнитных устройств.

### **Лекция 10. Внешняя память ЭВМ (II)**

Использование оптических явлений при записи и воспроизведении информации. К истории оптической памяти. Оптика и оптические явления. Взаимодействие света со средой. Электромагнитные волны и свет. Уравнения Максвелла. Кванты света. Когерентное излучение. Лазерная генерация. Фокусировка лазерного излучения. Современные источники света. Полупроводниковые лазеры. Технологии и устройства оптической памяти. Компакт диск, R,RW CD, DVD, HD-DVD, Blu-ray и HD-DVD технологии. Предельная плотность записи информации в оптике. Магнитная запись с использованием оптических явлений. Магнитооптика. Термомагнитная запись. Перспективные технологии оптической памяти. Трехмерная оптическая память и голография.

### **Лекция 11. Связь ЭВМ с внешней средой: ввод и вывод информации**

Ввод и вывод цифровой и аналоговой информации. Цифро-аналоговое преобразование (ЦАП). Погрешности ЦАП. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Погрешности АЦП. Понятие о цифровом методе хранения и передачи аналоговой информации. Ввод оптического изображения в ЭВМ, приборы с зарядовой связью (ПЗС). ПЗС-камера (CCD). Принципы отображения информации на твердом носителе - принтеры и плоттеры. Алфавитно-цифровые и графические принтеры. Матричные, струйные, лазерные и светодиодные принтеры. Цветная печать.

### **Лекция 12. Связь ЭВМ с внешней средой: вывод визуальной информации**

Принципы отображения визуальной информации. Алфавитно-цифровые и графические (аналоговые) мониторы. Электронно-лучевая трубка. Физические процессы в ЭЛТ: термоэлектронная эмиссия, электростатическое ускорение и фокусировка, люминесценция. Формирование изображения: строчная и кадровая развертки. Отображение информации о цвете. Плоские мониторы - жидкокристаллические (ЖК) дисплеи (LCD), плазменные (газоразрядные) мониторы (PDP), дисплеи с автоэлектронной эмиссией (FED) и углеродные наноструктуры, дисплеи на органических светодиодах (OLED) и электронная бумага. Стереоскопическое отображение информации и 3D дисплеи (голография).

### **Лекция 13. Связь ЭВМ с внешней средой.**

Линии связи Передача информации. Основные современные линии связи. Физическая среда, скорость и структура канала передачи данных. Из истории развития средств связи и передачи информации. Распределенные линии связи. Электромагнитные волны и свет. Модуляция сигнала. Кодирование информации: амплитудная, фазовая, частотная и другие типы модуляции. Проводные и кабельные линии связи. Телеграфное уравнение. Волновое сопротивление. Двухпроводная линия. Коаксиальный кабель и витая пара. Беспроводные линии связи. Наземная (радиорелейная) связь. Спутниковая связь. Каналы ближней радиосвязи. Волоконно-оптические линии связи. Ввод излучения в оптическое волокно. Критическая длина волны. Распространение света по волокну. Затухание. Моды, дисперсия мод. Излучатели и приемники света: свето- и фотодиоды, полупроводниковые лазеры. Структура волоконно-оптических линий связи. Ближние и магистральные линии связи. Предельная скорость передачи данных и способы ее увеличения.

### **Лекция 14. Перспективы развития ЭВМ и квантовые компьютеры**

Перспективы развития ЭВМ: совершенствование технологических процессов, перспективные технологические платформы, развитие и использование квантовых технологий. Технологические нормы и основные технологические процессы и при производстве интегральных микросхем. Предельные размеры, быстродействие и энергозатраты. Перспективные технологии и материалы. Оптические компьютеры. Вычисления в классической и квантовой физике. Биты и кубиты. Квантовые технологии и квантовые алгоритмы. Как построить квантовый компьютер. Ионные ловушки, ЯМР, поверхностные наноструктуры, сверхпроводящие структуры. Перспективы реализации квантовых компьютеров.

## **4.3.2. Содержание практических занятий**

### **Лекция 1. Введение в курс**

Компьютер и информация: некоторые определения и история развития вычислительной техники, поколения компьютеров и их элементная база. Экспоненциальное развитие и закон Мура. Роль полупроводниковых материалов в элементной базе современных компьютеров. Преимущества интегральных схем перед дискретными компонентами. Технологическая база сверхбольших интегральных схем и степень интеграции. Фотолитография. Воспроизводимость параметров и минимальный топологический размер. Основные направления и перспективы развития микроэлектроники.

### **Лекция 2. Основы электропроводности металлов и полупроводников**

Электроны. Краткие сведения из квантовой механики. Уравнение де Бройля, соотношение

неопределенностей, волновая функция. Спектр электронных состояний в атомах, молекулах и кристаллах. Спектр электронных состояний атома водорода и многоэлектронных атомов. Понятие о зонной структуре. Принципы разделения веществ на проводники (металлы), полупроводники и изоляторы (диэлектрики). Модель электронного газа. Понятие о квантовой модели электропроводности. Энергия Ферми. Электроны и дырки. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводники n- и p-типа. Технологии легирования полупроводников.

### **Лекция 3. Элементы физики полупроводников.**

Полупроводниковые диоды Проводящие свойства металлов, полупроводников и диэлектриков. Полупроводники в микроэлектронике. Свободные носители заряда в полупроводнике, дрейфовый и диффузионный ток. Электронно-дырочный (p-n) переход, распределение поля и потенциала, потенциальный барьер. Вольт-амперная характеристика p-n-перехода. Дифференциальное сопротивление. Барьерная и диффузионная емкость. Полупроводниковые диоды. Быстродействие полупроводниковых диодов. Виды полупроводниковых диодов. Контакты металл - полупроводник. Диоды Шоттки. Омические контакты. Полупроводниковые приемники и источники света.

### **Лекция 4. Биполярные и полевые транзисторы**

История создания и классификация транзисторов. Биполярные транзисторы. Режимы работы. Основные схемы включения. Усиление тока и напряжения. Ключевой режим. Быстродействие. Транзисторы, изготовленные по планарной технологии. Полевые транзисторы. Виды полевых транзисторов и основные схемы включения. МОП структура. КМОП технология. Транзисторы в современном компьютере. Приборы и устройства транзисторного типа. Перспективные схемы транзисторов.

### **Лекция 5. Элементная база современных ЭВМ**

Аналоговое и цифровое представление информации. Физическое представление информации в компьютере. Двоичный код. «Высокое» и «низкое» состояния логических схем. Позитивная и негативная логики. Ключевой режим работы коммутирующего элемента. Реализация элементарных логических функций. Основные характеристики логических элементов. Семейства логических схем, Потребляемая мощность, время задержки распространения, энергия переключения, напряжение питания, коэффициент разветвления по выходу. Понятие о помехоустойчивости логического элемента.

### **Лекция 6. Системный блок ЭВМ**

Архитектура фон Неймана и обобщенная структура системного блока: микропроцессор (МП), память, шина. Основные характеристики МП: технология изготовления, напряжение питания, объем адресуемой памяти, разрядность шины данных, тактовая

частота. Цикл МП и его фазы. Взаимодействие МП и ОЗУ. Способы обмена информацией между МП и внешними устройствами: синхронный, асинхронный и полусинхронный. Режимы работы процессора: прерывание, прямой доступ к памяти, ожидание. Внутренняя структура процессора (FSB, QPI, HyperTransport, северный и южный мосты). Шины и их основные характеристики (ISA, VESA, AGP, PCI, PCI-E). Мультиплексирование. Мультипроцессорные и многоядерные конфигурации. Специализированные МП.

### **Лекция 7. Полупроводниковые запоминающие устройства**

Конденсатор и триггер - простейшие ячейки памяти. Энергозависимая и энергонезависимая память. Классификация ПП запоминающих устройств. Характеристики памяти: стоимость, емкость, быстродействие, потребляемая мощность, возможность доступа. Статическое и динамическое оперативное запоминающее устройство (СОЗУ и ДОЗУ). Характеристики и принципы работы. Организация, контроль работоспособности и методы регенерации ДОЗУ. Применение СОЗУ и ДОЗУ в ЭВМ. Сравнительные характеристики и перспективы развития. Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Элементы на основе структур с плавающим затвором. Стирание информации УФ излучением и электрическим полем. Применение ПЗУ в ЭВМ. Сравнительные характеристики и перспективы развития ПЗУ: Flash-память, MRAM.

### **Лекция 8. Интерфейсы ввода-вывода**

Функции интерфейса ввода-вывода. Информационная, электрическая и конструктивная совместимость. Устройство типичного интерфейса. Методы доступа FIFO и LIFO. Функциональная и управляющая части интерфейса. Контроль паритета. Последовательный и параллельные интерфейсы. Дуплексная и полудуплексная, синхронная и асинхронная связь. Основные характеристики некоторых универсальных интерфейсов: RS232, CENTRONICS, USB, FireWire, Thunderbolt. Некоторые специализированные интерфейсы: PATA, SCSI, SATA.

### **Лекция 9. Внешняя память ЭВМ (I)**

Физические явления в основе реализации внешней памяти. Устройства внешней памяти на основе магнитных материалов. Магнетизм. Магнитные материалы: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Температура Кюри. Магнитная память в природе. Намагниченность. Закон электромагнитной индукции. Кривая намагниченности ферромагнетиков. Магнитомягкие и магнитотвердые ферромагнетики. Доменная структура. История магнитной записи. Принципы записи и считывания информации на магнитных носителях. Запись цифровой информации. Жесткий диск. Типы магнитных носителей. Типы магнитных головок. Предельная плотность записи и скорость доступа к записанной информации. Продольная и поперечная запись информации. Современные

жесткие диски и перспективные технологии в устройствах магнитной памяти. Твердотельные устройства внешней памяти и их перспективы как альтернативы магнитных устройств.

### **Лекция 10. Внешняя память ЭВМ (II)**

Использование оптических явлений при записи и воспроизведении информации. К истории оптической памяти. Оптика и оптические явления. Взаимодействие света со средой. Электромагнитные волны и свет. Уравнения Максвелла. Кванты света. Когерентное излучение. Лазерная генерация. Фокусировка лазерного излучения. Современные источники света. Полупроводниковые лазеры. Технологии и устройства оптической памяти. Компакт диск, R,RW CD, DVD, HD-DVD, Blu-ray и HD-DVD технологии. Предельная плотность записи информации в оптике. Магнитная запись с использованием оптических явлений. Магнитооптика. Термомагнитная запись. Перспективные технологии оптической памяти. Трехмерная оптическая память и голография.

### **Лекция 11. Связь ЭВМ с внешней средой: ввод и вывод информации**

Ввод и вывод цифровой и аналоговой информации. Цифро-аналоговое преобразование (ЦАП). Погрешности ЦАП. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Погрешности АЦП. Понятие о цифровом методе хранения и передачи аналоговой информации. Ввод оптического изображения в ЭВМ, приборы с зарядовой связью (ПЗС). ПЗС-камера (CCD). Принципы отображения информации на твердом носителе - принтеры и плоттеры. Алфавитно-цифровые и графические принтеры. Матричные, струйные, лазерные и светодиодные принтеры. Цветная печать.

### **Лекция 12. Связь ЭВМ с внешней средой: вывод визуальной информации**

Принципы отображения визуальной информации. Алфавитно-цифровые и графические (аналоговые) мониторы. Электронно-лучевая трубка. Физические процессы в ЭЛТ: термоэлектронная эмиссия, электростатическое ускорение и фокусировка, люминесценция. Формирование изображения: строчная и кадровая развертки. Отображение информации о цвете. Плоские мониторы - жидкокристаллические (ЖК) дисплеи (LCD), плазменные (газоразрядные) мониторы (PDP), дисплеи с автоэлектронной эмиссией (FED) и углеродные наноструктуры, дисплеи на органических светодиодах (OLED) и электронная бумага. Стереоскопическое отображение информации и 3D дисплеи (голография).

### **Лекция 13. Связь ЭВМ с внешней средой.**

Линии связи Передача информации. Основные современные линии связи. Физическая среда, скорость и структура канала передачи данных. Из истории развития средств связи и



передачи информации. Распределенные линии связи. Электромагнитные волны и свет. Модуляция сигнала. Кодирование информации: амплитудная, фазовая, частотная и другие типы модуляции. Проводные и кабельные линии связи. Телеграфное уравнение. Волновое сопротивление. Двухпроводная линия. Коаксиальный кабель и витая пара. Беспроводные линии связи. Наземная (радиорелейная) связь. Спутниковая связь. Каналы ближней радиосвязи. Волоконно-оптические линии связи. Ввод излучения в оптическое волокно. Критическая длина волны. Распространение света по волокну. Затухание. Моды, дисперсия мод. Излучатели и приемники света: свето- и фотодиоды, полупроводниковые лазеры. Структура волоконно-оптических линий связи. Ближние и магистральные линии связи. Предельная скорость передачи данных и способы ее увеличения.

#### **Лекция 14. Перспективы развития ЭВМ и квантовые компьютеры**

Перспективы развития ЭВМ: совершенствование технологических процессов, перспективные технологические платформы, развитие и использование квантовых технологий. Технологические нормы и основные технологические процессы и при производстве интегральных микросхем. Предельные размеры, быстродействие и энергозатраты. Перспективные технологии и материалы. Оптические компьютеры. Вычисления в классической и квантовой физике. Биты и кубиты. Квантовые технологии и квантовые алгоритмы. Как построить квантовый компьютер. Ионные ловушки, ЯМР, поверхностные наноструктуры, сверхпроводящие структуры. Перспективы реализации квантовых компьютеров.

### **5. Образовательные технологии**

Процесс изложения учебного материала сопровождается систематическими (на каждом занятии) компьютерными презентациями и демонстрацией решения задач в интерактивном режиме с использованием мультимедийного оборудования.

Предусмотрено регулярное общение и консультации с представителями российских и зарубежных компаний (из числа выпускников кафедры) по электронной почте и по скайпу.

**Отличительные элементы используемых образовательных технологий:** в обеспечении преподавания дисциплины используется ряд компьютерных программ, разработанных специально для обеспечения курса и получивших свидетельства о регистрации в Роспатенте.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

1. Изучение конспектов лекций и рекомендованной литературы.
2. Подготовка к опросу на практических занятиях
3. Решение задач и упражнений
4. Подготовка к коллоквиуму
5. Поиск материала на интернет-форумах
6. Подготовка к экзамену

| Раздел (модуль. тема) | Вид самостоятельной работы = практическое содержание     | Контрольные сроки (в нед.) и вид контроля        | Уч.мет.обеспечение (указаны источники из списка основной литературы) |
|-----------------------|--|--|--|
| 1                     | Введение в основы построения ЭВМ.                        | 1 (проверка решения задач)                       | [1]  |
| 2                     | Основы электропроводности металлов и полупроводников     | 2-3 (устный опрос)                               | [2], с. 19-32  |
| 3                     | Элементы физики полупроводников. Полупроводниковые диоды | 4 (письменный опрос)<br>Коллоквиум               | [2], с. 134-142  |
| 4                     | Биполярные и полевые транзисторы                         | 5-6 (проверка программ по домашним заданиям)     | [3], с.144-147   |
| 5                     | Элементная база современных ЭВМ                          | 9-10 (проверка выполнения компьютерных программ) | [3], с. 165-171  |
| 6                     | Системный блок ЭВМ                                       | 11-13 (коллоквиум)                               | [3], с. 180-188  |
| 7                     | Интерфейсы ввода-вывода                                  | 1 (проверка решения задач)                       | [2], с. 19-32  |
| 8                     | Полупроводниковые запоминающие устройства                | 2-3 (устный опрос)                               | [2], с. 134-142  |
| 9                     | Представимые грамматики                                  | 4 (письменный опрос)<br>Коллоквиум               | [3], с.144-147   |
| 10                    | Внешняя память ЭВМ (I)                                   | 5-6 (проверка программ по домашним заданиям)     | [2], с. 165-171  |
| 11                    | Внешняя память ЭВМ (II)                                  | 9-10 (проверка выполнения компьютерных программ) | [1], с. 80-88  |
| 12                    | Связь ЭВМ с внешней средой: вывод визуальной информации  | 11-13 (коллоквиум)                               | [2], с.44-47   |

|    |   |   |               |
|----|---|---|---------------|
| 13 | Перспективы развития ЭВМ и квантовые компьютеры | (проверка выполнения компьютерных программ) | [2], с. 65-71 |
|----|---|---|---------------|

**Критерии выставления оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»** определяются степенью владения материалом и достигнутым уровнем компетентности в решении задач дискретной математики. В исключительных случаях учитываются успехи на всероссийских олимпиадах и конкурсах по номинации данной дисциплины.

Для обеспечения самостоятельной работы используется разработанный на кафедре пакет заданий и методических указаний, издано учебное пособие с алгоритмами решения базовых заданий по дискретной математике и соответствующими программами на языке Дельфи. Самостоятельная работа студентов складывается из проработки лекционного материала, материала учебника и соответствующих форумов интернет, решения всех заданий из индивидуальных заданий, решения рекомендуемых задач, подготовки к сдаче промежуточных форма контроля.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

1. Обобщенные представления об архитектуре вычислительных машин, систем и сетей.
2. Классификация вычислительных платформ и архитектур.
3. Кластерная архитектура ЭВМ
4. Организация и принцип работы основных логических блоков компьютерных систем
5. Процессор: структура и функционирование.
6. Абстрактное центральное устройство.
7. Регистры процессора: сущность, назначение, типы.
8. Регистры общего назначения, регистр команд, счетчик команд, регистр флагов.
9. Арифметико-логическое устройство и устройство управления: назначение и упрощенная функциональная схема.
10. Принципы Фон Неймана.
11. Основные функциональные элементы ЭВМ.
12. Общее устройство и структура вычислительной системы.
13. Архитектуры с фиксированным набором устройств.
14. Высокопроизводительные архитектуры обработки данных.
15. Архитектуры для языков высокого уровня.
16. Вычислительные системы с закрытой и открытой архитектурами.
17. Архитектуры, основанные на использовании общей шины.

18. Несовместимые аппаратные платформы,
19. Кроссплатформенное программное обеспечение.
20. Архитектуры многопроцессорных и многоядерных вычислительных систем.
21. Векторно-конвейерные суперкомпьютеры.
22. Симметричные мультипроцессорные системы (SMP).
23. Системы с массовым параллелизмом (MPP). Кластерные системы.
24. Самостоятельная работа обучающихся
25. Классификация архитектуры ВС по Флину, Джонсону, Базу Дункану, Кришнамарфи,
26. Классификация архитектуры ВС по Хендлеру, Хокни, Шору».

### **Контрольные вопросы для проведения текущего контроля**

1. Перспективные типы процессоров.
2. Ассоциативные процессоры.
3. Клеточные и ДНК процессоры. Нейронные процессоры.
4. Процессоры с многозначной (нечеткой) логикой.
5. Квантовый компьютер.
6. Технологии энергосбережения процессоров;
7. Дополнительные функции и технологии современных процессоров AMD и Intel.
8. Организация работы памяти. Основные принципы построения оперативной памяти.
9. Иерархическая организация памяти. Стратегии управления памятью.
10. Принципы работы кэш-памяти.
11. Системы памяти. Динамическая и статическая память.
12. Состав и принцип действия основной памяти.
13. Изучение состава и принципа работы кэш-памяти.
14. Страничная организация памяти.
15. Интерфейсы Классификация интерфейсов. Уровни интерфейсов.
16. Внутренние интерфейсы: интерфейсы системной шины и центральных процессоров.
17. Интерфейсы периферийных устройств и внешние интерфейсы.
18. Программно аппаратная совместимость.

#### **7.1.1. Темы рефератов:**

1. Интерфейсы системной платы; интерфейсы периферийных устройств IDE и SCSI;

2. Параллельные и последовательные порты и их особенности работы.
3. Принципы управления ресурсами вычислительных систем
4. Основные компоненты программного обеспечения компьютерных систем.
5. Логическая и структурная организация магнитного диска.
6. Принципы действия накопителя на жестком магнитном диске.
7. Основные принципы управления ресурсами вычислительных систем и организация доступа к этим ресурсам.
8. Системы ввода-вывода. Способы управления обменом данными.
9. Логической структуры и принципа работы жесткого диска.
10. Изучение настроек базовой системы ввода/вывода BIOS.
11. Получение информации о параметрах компьютерной системы.
12. Подключение дополнительного оборудования и настройка связи между элементами компьютерной системы.
13. Установка и настройка программного обеспечения компьютерных систем.
14. Самостоятельная работа обучающихся
15. Логическая структура и принцип работы жесткого диска;
16. Страничное управление памятью;
17. Настройки базовой системы ввода/вывода BIOS.

### **7.1.2. Примерные упражнения и задания для самопроверки**

1. Понятие числа. Аксиомы Пеано. Системы счисления.
2. Понятие информации. Оценка количества информации.
3. Аналоговые и цифровые вычислители.
4. Классификация вычислителей. Теорема Котельникова.
5. Иерархическая организация компьютера Цифровой компьютер.
6. Понятие языка и виртуальной машины.
7. Уровни языков и виртуальных машин. Особенности каждого уровня.
8. Интерпретация и трансляция.
9. Логическая эквивалентность аппаратного и программного обеспечения.
10. Связь уровня развития элементной базы с выбором соотношения аппаратного и программного обеспечения.
11. Архитектура и организация компьютера Понятие архитектуры
12. Архитектура: программная и аппаратная.
13. Понятие организации ЦК. Структурная и функциональная организация.
14. Связь понятий архитектуры и организации.
15. Гарвардская и Принстонская архитектуры.

16. Принцип программного управления.
17. Основные элементы программной архитектуры.
18. Форматы представления данных.
19. Элементы и узлы цифрового компьютера
20. Вычислительные системы Понятие системы. Закон Эшби.
21. Параллелизм и пути его достижения. Закон Амдала
22. Систематика Флинна. Концепция потоков.
23. SIMD, SIMD, MISD, MIMD и MSIMD архитектуры.
24. Кластеры. Классификация. Проблемы организации распределенных вычислений.

### **7.1.3. Примеры вариантов к текущему контролю**

1. Приемы организации циклов на Assembler
2. Адресация команд.
3. Косвенная адресация в командах Assembler
4. Ввод данных с клавиатуры (консольный) на Assembler
5. Вывод данных на экран монитора на Assembler
6. Вывод числа на экран монитора на Assembler
7. Правила отладки программы на MASM32
8. Структура программы на MASM32
9. Структура окна ollyDBG. Деассемблирование.
10. Многоуровневая организация архитектуры компьютера.
11. Уровни 0 и 1 в архитектуре компьютера.
12. Уровни 2 и 3 в архитектуре компьютера.
13. Уровни 4 и 5 в архитектуре компьютера.
14. Технические характеристики и команды УМ 3. Пример программы.
15. Технические характеристики и команды УМ 3. Пример программы.
16. Технические характеристики и команды ЭВМ «Минск 22».
17. Алгебра логики.
18. Логические схемы «И», «ИЛИ», «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ».
19. Триггеры: классификация, различные типы триггеров, их реализация логическими схемами.
20. Регистры, их классификация, назначение, реализация логическими схемами.
21. Шифратор, мультиплексор, счетчик, преобразователь кода.
22. Центральный процессор
23. Программная модель (регистровая структура) процессора

24. Центральный процессор (тракт данных).
25. Форматы команд.
26. Цикл тракта данных – цикл выполнения команд ЦП.
27. CISC и RISC архитектуры.
28. Методы обеспечения параллелизма на уровне команд
29. Структура и форматы машинных команд
30. Структура процессора и выполнение команд
31. Запоминающие устройства
32. Память. Классификация компьютерной памяти.
33. Элементная база запоминающих устройств. Реализация памяти с произволь-ным доступом на МДП-транзисторах.

#### **7.1.4. Перечень вопросов к промежуточному и итоговому контролю**

1. Системы счисления. Перевод чисел:  $X_2 \leftrightarrow X_4 \leftrightarrow X_8 \leftrightarrow X_{10} \leftrightarrow X_{16}$
2. Арифметика в позиционных системах счисления.
3. Устройство и принципы (фон Неймана) работы ЭВМ.
4. ОП (оперативная память). Адресация ячеек ОП.
5. Процессор. Регистры процессора Intel 8086 и их назначение.
6. Регистры процессора Intel 8386.
7. Команды перемещения на Assembler: mov, movoffset, LEA
8. Арифметические команды addi sub. Примеры.
9. Арифметическая команда Mul. Примеры.
10. Арифметическая команда Div. Примеры.
11. Команда управления jmpri Loop
12. Команда управления jl, jg, jle, jge.
13. Структура команды процессора.
14. Цикл выполнения команды.
15. Понятие рабочего цикла, рабочего такта.
16. Принципы распараллеливания операций и построения конвейерных структур.
17. Классификация команд. Системы команд и классы процессоров: CISC, RISC, MISC, VLIM.
18. Процессы обработки информации на всех уровнях компьютерных архитектур.
19. Принципы работы АЛУ.
20. Технологии повышения производительности многопроцессорных и

много-ядерных систем

21. Параллелизм и конвейеризация вычислений.
22. Конвейерная обработка команд.
23. Суперскаляризация.
24. Матричные и векторные процессоры. Векторная обработка.
25. Динамическое исполнение.
26. Декодирование команд.
27. Многоядерные процессоры.

## **7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Общий результат складывается из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- выполнение текущих лабораторных заданий – 50 баллов
  - выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 50 баллов.
- Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- устный опрос - 50 баллов,
  - письменная контрольная работа - 50 баллов.

## **8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

Основная литература:

1. Бобровников, Л. З. Электроника в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / Л. З. Бобровников. — 6-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 288 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00109-9 . — Режим доступа: <https://biblioonline.ru/book/elektronika-v-2-ch-chast-1-421100>.
2. Новожилов, О. П. Архитектура ЭВМ и систем в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для академического бакалавриата / О. П. Новожилов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 276 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07717-9. — Режим доступа : [www.biblioonline.ru/book/B09729F3-2774-4EA1-AEAF-CF31553431D5](http://www.biblioonline.ru/book/B09729F3-2774-4EA1-AEAF-CF31553431D5).
3. Основы электротехники, микроэлектроники и управления в 2 т. : учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент, Г. И. Бабокин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 455 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5- 534-05431-6. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/E3345456-CEFA-4FEF-8275-2799E59C8170](http://www.biblio-online.ru/book/E3345456-CEFA-4FEF-8275-2799E59C8170).



Дополнительная литература:

4. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Таненбаум Э., Остин Т. - 6-е изд. - СПб. : Питер, 2013. - 816с. 5. Паттерсон Дэвид Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Паттерсон Дэвид, Хеннесси Джон. - 4-е изд. - СПб. : Питер, 2012. - 784 с.

#### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).**

Основные ресурсы:

eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999 – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> .– Яз. рус., англ.

Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный.

Дополнительные ресурсы:

Видеокурсы лекций:

1. <http://www.old.lektorium.tv/lecture/?id=14897> – видео лекции по основам построения ЭВМ;

2. <http://www.intuit.ru/studies/courses/607/463/info> - курс лекций — Введение в архитектуру ЭВМ.

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

При решении самостоятельных работ программистский подход непременно должен присутствовать (без него решение не будет полноценным), однако, он не должен заслонять сугубо математические (доказательство и др.) и алгоритмические (построение, оптимизация, верификация и др.) аспекты.

Все упражнения, приведенные на лекции с решениями, следует прорабатывать сразу после лекции. Самостоятельная работа студентов складывается из

- проработки лекционного материала (настоятельно рекомендуется самостоятельное практическое решение всех разобранных на лекциях упражнений); - изучения рекомендованной литературы и материалов соответствующих форумов интернет; - подготовки к отчетам по лабораторным работам; - подготовки к сдаче промежуточных форм контроля (контрольных работ и сдаче реферата).

Пакет лабораторных заданий рассчитан на семестр. Рекомендуется выполнять и сдавать задания своевременно с прохождением соответствующего

материала.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Пакет видеолекций Московского физико-технического института (гос.университета), лекторы: Пентус А.Е., Пентус М.Р.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная мебель, перечень технических средств обучения - ПК, оборудование для демонстрации презентаций, наглядные пособия);
- компьютерный класс для проведения занятий лабораторного (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная мебель, перечень технических средств обучения - ПК, оборудование для демонстрации презентаций, наглядные пособия);
- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно образовательную среду университета).