

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Трехгорный технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ  
\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«СХЕМО- И СИСТЕМОТЕХНИКА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»**

**Специальность:** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

**Специализация:** Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная

Трехгорный  
2021

# **1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1 Цели дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Схемо- и системотехника электронных средств» направления подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» являются:

формирование у бакалавров специальных знаний, умений и навыков по схемотехнике цифровых и аналоговых узлов и устройств, используемых при конструировании электронных и радиоэлектронных средств;

формирование соответствующих компетенций согласно требованиям ОС НИЯУ МИФИ, примерной и основной образовательных программ (ООП) и настоящей программы

## **1.2 Задачи дисциплины**

Получение познавательных, теоретических и практических компонент детального характера в области:

схемотехники цифровых и аналоговых узлов, используемых при проектировании и оптимизации радиоэлектронных и электронных устройств и систем;

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Схемо- и системотехника электронных средств» (Б1.Б.29) относится к базовой части дисциплин.

**3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В  
РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ /  
ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И  
КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ  
ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1 Универсальные и профессиональные компетенции**

Изучение дисциплины «Схемо- и системотехника электронных средств» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

- способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения (ОПК-2);
- способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-4);
- способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-5);
- способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ (ОПК-6).

### **3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- современное состояние области профессиональной деятельности;
- основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации;
- основные методы проектирования, исследования и эксплуатации радиотехнических систем;
- современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.

**уметь:**

- искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области;
- выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования;
- применять информационные технологии и информационно-вычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники;
- использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий.

**владеть:**

- навыками работы за персональным компьютером, в том числе пакетами прикладных программ для разработки и представления документации;
- способами обработки, представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений;
- навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии с действующей нормативной базой;

– способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач.

### 3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(В17)</b>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(В18)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития

	<p>отношения к исследованиям псевдонаучного толка <b>(B19)</b></p>	<p>исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от псевдонаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</li> <li>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</li> <li>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></li> </ul>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></li> </ul>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с</p>

		информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уровне пользователей.
	<b>УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»:</b> - формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27); - формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28)	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемо- и системотехника электронных средств", "Технология производства электронных средств", "Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств", "Конструирование деталей и узлов радиоэлектронных средств» для формирования профессиональной коммуникации, а также привития навыков командной работы за счет использования методов коллективных форм познавательной деятельности, командного выполнения учебных заданий по разработке электронных средств, курсовых работ/проектов и защиты их результатов; 2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий.

#### 4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Общая трудоемкость дисциплины в 5 семестре составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа				
5 семестр										

1	Раздел 1	1-4	7	-	6	4	T1	KP1	10
2	Раздел 2	5-8	7	-	7	5	T2	KP2	15
3	Раздел 3	9-12	7	-	6	4	T3	KP3	10
4	Раздел 4	13-18	7	-	7	5	T4	KP4	15
Итого			28		26	18			50
Экзамен	36								50
Итого за семестр									100

Общая трудоемкость дисциплины в 6 семестре составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
6 семестр									
1	Раздел 1	1-4	7	2	8	8	ЛР1	T5	10
2	Раздел 2	5-8	7	2	8	8	ЛР2	KP5	15
3	Раздел 3	9-12	7	2	8	8	ЛР3	T6	10
4	Раздел 4	13-18	7	2	12	12	ЛР4	КурсР	15
Итого			28	8	36	36			50
Зачет с оценкой			-						50
Итого за семестр									100



## **4.1 Содержание лекций**

### **5 семестр**

#### **Раздел 1. Введение и основные понятия**

- 1.1 Введение. Элементы математических основ цифровых устройств.
- 1.2 Цель, задачи и содержание дисциплины «Схемо- и системотехника электронных устройств». Основные термины и определения. Источники для самостоятельной работы.
- 1.3 Представление чисел. Прямой, обратный и дополнительный коды чисел.
- 1.4 Алгебра логики. События, представление событий бинарными состояниями.
- 1.5 Понятия о логических константах, переменных. Базовые функции алгебры логики, Постулаты и законы алгебры логики. Методы описания и упрощения логических функций.
- 1.6 Диаграммы и коды. Представление констант и переменных электрическими цифровыми сигналами.
- 1.7 Ключевые каскады на биполярных транзисторах. Схемы и принципы действия. Ключевые каскады на биполярных транзисторах с диодами Шоттки.
- 1.8 Методики расчетов. Преимущества использования их в ключевых каскадах Ключевые каскады на МОП-транзисторах.
- 1.9 Схемы и принципы действия. Методики расчетов.

#### **Раздел 2. Классификация и основные требования к логическим элементам**

- 2.1 Классификация и основные требования к логическим элементам: совместимость входных и выходных сигналов, нагрузочная способность, свойства квантования сигнала, помехоустойчивость. Характеристики логических элементов; передаточная и переходная характеристики;

статические, динамические и интегральные параметры логических элементов.

2.2 Классификация и основные области применения различных БЛЭ. БЛЭ транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ и ТТЛШ); состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, способы повышения быстродействия, разновидности и основные параметры. БЛЭ эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ): состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, способы повышения быстродействия, разновидности и основные характеристики.

2.3 БЛЭ на МОП-транзисторах (п-МОП, р-МОП, КМОП): состав базовых элементов, схемотехника, принципы работы, разновидности и основные характеристики. БЛЭ интегральной инжекционной логики (ИЗЛ): схемотехника, разновидности, основные характеристики, принципы работы и построения структуры.

2.4 Элементы с открытым выходом. Элементы с трехстабильным выходом.

2.5 Шинные формирователи, двунаправленные приемопередатчики. Передача сигналов в цифровых устройствах.

2.6 Средства автоматизации функционально-логического проектирования цифровых узлов и устройств. Языки описания аппаратуры (HDL).

2.7 Функционально полные системы логических элементов. Подходы к построению комбинационных устройств Синтез комбинационных устройств в заданном базисе логических элементов.

2.8 Особенности построения логических устройств на реальной элементной базе (использование элементов с заданным числом входов).

2.9 Функциональное назначение, внешний интерфейс, внутренняя структура, особенности технической реализации, практические рекомендации по применению: шифраторов, приоритетных двоичных шифраторов, дешифраторов, мультиплексоры-селекторов,

демультиплексоры-селекторов, цифровых компараторов, преобразователей кодов, многоразрядных сумматоров, матричных умножителей, схем контроля, HDL-макрофункции типовых комбинационных узлов.

2.10 Элементы теории цифровых автоматов (ЦА)- модели и их реализация. Обобщенные структурные схемы ЦА. Назначение триггеров, их классификация и методы описания. Типы триггеров: одноступенчатые триггеры (асинхронный и синхронный RS-триггер, D-триггер, T-триггер), двухступенчатые триггеры (RS-триггер, JK-триггер), триггеры с динамическими входами (RS-триггер, JK-триггер) назначение и принципы построения. Триггеры с комбинированными входами.

### **Раздел 3. Полупроводниковые запоминающие устройства**

3.1 Методы синтеза ЦА, переход от таблицы состояния к логической схеме и обратно. Понятие о состояниях цифрового автомата (ЦА), определение объема памяти ЦА.

3.2 Счетчики - назначение, классификация, способы переноса сигнала, основные типы (двоичные, двоично-кодированные, реверсивные). Асинхронный счетчик на JK-триггерах. Синхронный последовательный счетчик на JK-триггерах. Синхронный параллельный счетчик на JK-триггерах.

3.3 Реверсивные счетчики на JK-триггерах. Программируемые счетчики на JK-триггерах. Методика синтеза счетчика с произвольным модулем счета.

3.4 Регистры - назначение, классификация, основные типы (параллельные, последовательные); организация межрегистровых связей. Регистры с параллельной записью (интерфейсные регистры). Регистры с последовательной записью.

3.5 Универсальные регистры и основы их синтеза. Структура арифметико-логического устройства. Реализация арифметических и логических операций.

3.6 Риски сбоя в цифровых устройствах. Синхронизация в цифровых устройствах. Микропрограммное управление. HDL-макрофункции автоматов.

#### **Раздел 4. Генераторы, оперативные запоминающие устройства, постоянные запоминающие устройства**

4.1 Назначение и основные характеристики, принципы построения и типы генераторов. Автогенераторы и одновибраторы на элементах ТТЛ логики, автогенераторы на элементах КМОП логики (условия генерации, расчет длительности и периода импульсов).

4.2 Интегральные таймеры: область применения и структурная схема, принцип действия, основные схемы включения (автоколебательный и заторможенный генераторы).

4.3 Основные определения и классификация. Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ); структура при одномерной и двумерной организации, способы наращивания объема памяти на заданной элементной базе.

4.4 Типы элементарных запоминающих элементов на биполярных и полевых транзисторах (запоминающие элементы статических ЗУ на биполярных транзисторах с диодами Шоттки, на ЭСЛ-элементах, на структурах И2Л, на МОП и КМОП транзисторах, элементы ЗУ динамического типа).

4.5 Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ): классификация, принципы построения, основные характеристики и области применения. Масочные, прожигаемые и репрограммируемые ПЗУ: схемотехника базовых запоминающих ячеек, принципы работы и изготовления, методы

программирования и репрограммирования. HDL-мегафункции запоминающих устройств.

4.6 Назначение, основные свойства и классификация. Основные параметры и характеристики. ЦАП с суммированием токов. ЦАП с цепочками R-2R. АЦП параллельного кодирования. АЦП поразрядного взвешивания. АЦП последовательного счета. АЦП с двойным интегрированием. Области использования ЦАП и АЦП различных типов.

## **6 семестр**

### **Раздел 5. Основы микропроцессорной техники**

5.1 Назначение и область применения программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Классификация ПЛИС. Программируемые логические матрицы (ПЛМ), программируемая матричная логика (ПМЛ), базовые матричные кристаллы (БМК). Программируемые вентиляльные матрицы (FPGA).

5.2 Предмет и задачи изучения основ микропроцессорной техники. Сведения из истории создания и развития микропроцессорной индустрии. Классификация микропроцессоров.

### **Раздел 6. Микропроцессоры**

6.1 Сложные программируемые логические устройства (CPLD). СБИС типа «система на кристалле» (SOPC). ПЛИС семейства Altera: функциональные возможности, архитектура, встроенные блоки памяти, логические и периферийные блоки. Мегафункции типовых функциональных блоков

6.2 Структура микропроцессора, основные функции. Архитектурные особенности микропроцессоров различных классов.

6.3 Архитектура микропроцессорной системы. Функциональные модули, структура, принцип работы.

## **Раздел 7 Элементы основ аналоговых устройств**

7.1 Усилители – основные характеристики, классификация, схемы КУ, КПД, АЧХ, КНИ. Классификация усилителей по виду сигналов, полосе частот, полосе частот, мощности, КПД, усилению. Простейший усилительный каскад – принцип работы. Характеристики простейших усилительных каскадов при различных схемах включения транзисторов. Схемы питания, установки, стабилизации рабочей точки. Резисторный и резонансный усилительные каскады. Стабилизация тока базы и напряжения базы. Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) и фазо-частотные характеристики (ФЧХ) резисторного усилительного каскада. Физические причины ограничения полосы частот каскада. Резонансные усилительный каскад.

7.2 Обратные связи в усилителях. Структуры обратной связи. Отрицательные и положительные обратные связи. Их влияние на характеристики и нестабильность усилителя.

Дифференциальный усилительный каскад, операционные усилители (ОУ). Схемы и принцип работы дифференциального усилительного каскада. Определение и характеристики ОУ. Дрейф нуля ОУ. Применение ОУ как усилителей, активных фильтров, аналоговых вычислителей, генераторов. Общий принцип применения ОУ с использованием отрицательной обратной связи, схемы и элементарный расчет отдельных устройств.

## **Раздел 8 Нелинейные электронные устройства**

8.1 Нелинейные электронные устройства. Основные эффекты. ЭУ на нелинейных эффектах: умножители частоты, модуляторы, детекторы (демодуляторы), смесители, выпрямители. Преобразование сигнала в ЭУ с полиномиальной характеристикой. Эффекты образования гармоник и комбинационных частот, их применение в ЭУ разного назначения. Комбинационные частоты 3-его порядка как основная причина

нелинейных искажений сигналов в усилителях. Преобразование сигнала на характеристике с отсечкой тока (метод угла отсечки).

8.2 Усилители мощности и модуляторы. Принципы работы и параметры усилителей мощности. Расчет усилителей мощности методом угла отсечки. Сравнение характеристик усилителей мощности в классах А, В, С. Принцип работы и виды амплитудных модуляторов – базовый амплитудный модулятор, балансный модулятор. Частотный и фазовый модуляторы.

8.3 Перемножители сигналов, детекторы, смесители. Схема и принцип действия перемножителя сигналов. Синхронный детектор, его применение как амплитудного, частотного, фазового детекторов. Смеситель сигналов и структурная схема гетеродинного приемника. Эффект зеркального приема.

8.4 Автогенераторы. Определение и структурная схема автогенератора. Амплитудное и фазовое условие самовозбуждения. Три классические схемы LC- автогенераторов. Уравнение колебаний и условия самовозбуждения для автогенератора с трансформаторной обратной связью. Диаграммы Ламерея и метод точечных отображений для анализа переходных и стационарных режимов работы АГ. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения. Условия и режимы хаоса (хаотических колебаний) в АГ.

#### **4.2. Тематический план лабораторных работ**

Лабораторная работа №1. Изучение принципов построения и схемотехники элементов ТТЛ.

Лабораторная работа №2. Изучение основных и базовых логических элементов.

Лабораторная работа №3. Исследование параметров и характеристик усилителя без обратной связи.

Лабораторная работа №4. Исследование параметров и характеристик усилителя с обратной связью.

#### **4.2.1 Тематический план практических работ**

1. Элементы математических основ цифровых устройств.
2. Методика расчета ключевых каскадов на биполярных и МОП-транзисторах.
3. Основные схемы включения и сравнительный анализ параметров логических элементов типа ТЛШ, ЭСЛ, И<sup>2</sup>Л, МОП, КМОП.
4. Основные схемы и алгоритмы работы комбинационных схем на основе логических элементов.
5. Элементы теории цифровых автоматов.
6. Основные схемы, алгоритмы работы и сравнительный анализ параметров триггеров на основе различных логических элементах.
7. Основные схемы включения, алгоритмы работы и сравнительный анализ параметров последовательностных схем на основе логических элементов типа.
8. Основные схемы и алгоритмы функционирования генераторных устройств.
9. Основные схемы и алгоритмы функционирования таймеров.
10. Основные схемы и алгоритмы работы полупроводниковых запоминающих устройства.
11. Основные схемы и алгоритмы работы аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей.

#### **4.2.2 Самостоятельная работа студентов**

1. Изучение лекционного материала по теме: «Программируемые логические интегральные схемы».
2. Изучение лекционного материала по теме: «Введение в основы микропроцессорной техники».



3. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Изучение правил техники безопасности. Изучение структурной схемы лабораторных стендов и правил работы с ними. Изучение технических описаний и инструкций по эксплуатации радиоизмерительных приборов».
4. Изучение лекционного материала по теме: «Принципы функциональной организации микропроцессора».
5. Подготовка к лабораторной работе по теме: Экспериментальное тестирование параметров ключевых каскадов».
6. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Экспериментальное тестирование параметров и характеристик базовых логических элементов».
7. Изучение лекционного материала по теме: «Архитектурные особенности организации микропроцессорной системы».
8. Подготовка к лабораторной работе по теме: «Программируемые логические интегральные схемы. Изучение языка и проектирование устройств».
9. Изучение лекционного материала по теме: «Микроконтроллеры: классификация, функциональная организация».

## **5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории 108 ауд. Все лабораторные работы выполняются фронтально. За 2-3 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, перед началом работ проводится тестирование студентов для проверки их готовности к выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению задач.

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

**Перечень оценочных средств, используемых для текущей  
аттестации**

<b>Код</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
<b>5 семестр</b>			

T	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
KP	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
<b>6 семестр</b>			
T	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
KP	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
ЛР	Лабораторная работа №1	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство
	Лабораторная работа №2		
	Лабораторная работа №3		
	Лабораторная работа №4		
КурсР	Курсовая работа	Комплексная проверка освоения всего материала курса	Руководство к курсовой работе

### **Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения**

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-2	31, 32, 33, 34	У1, У2, У3, У4	В1, В2, В3, В4	5 семестр: Т1, Т2, Т3, Т4, КР1, КР2, КР3, КР4 6 семестр: ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Т5, Т6, КР5, КурсР

ОПК-4	31, 32, 33, 34	У1, У2, У3, У4	В1, В2, В3, В4	5 семестр: Т1, Т2, Т3, Т4, КР1, КР2, КР3, КР4 6 семестр: ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Т5, Т6, КР5, КурсР
ОПК-5	31, 32, 33, 34	У1, У2, У3, У4	В1, В2, В3, В4	5 семестр: Т1, Т2, Т3, Т4, КР1, КР2, КР3, КР4 6 семестр: ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Т5, Т6, КР5, КурсР
ОПК-6	31, 32, 33, 34	У1, У2, У3, У4	В1, В2, В3, В4	5 семестр: Т1, Т2, Т3, Т4, КР1, КР2, КР3, КР4 6 семестр: ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, Т5, Т6, КР5, КурсР

### Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
<b>5 семестр</b>						
Раздел 1.	1.1 Введение. Элементы математических основ цифровых устройств. 1.2 Цель, задачи и содержание дисциплины «Схемы и системотехника электронных устройств». Основные термины и определения. Источники для самостоятельной работы. 1.3 Представление чисел. Прямой, обратный и дополнительный коды чисел. 1.4 Алгебра логики. События, представление	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	Т1	КР1	Экзамен

	<p>событий бинарными состояниями.</p> <p>1.5 Понятия о логических константах, переменных. Базовые функции алгебры логики, Постулаты и законы алгебры логики. Методы описания и упрощения логических функций.</p> <p>1.6 Диаграммы и коды. Представление констант и переменных электрическими цифровыми сигналами.</p> <p>1.7 Ключевые каскады на биполярных транзисторах. Схемы и принципы действия. Ключевые каскады на биполярных транзисторах с диодами Шоттки.</p> <p>1.8 Методики расчетов. Преимущества использования их в ключевых каскадах Ключевые каскады на МОП-транзисторах.</p> <p>1.9 Схемы и принципы действия. Методики расчетов.</p>					
Раздел 2	<p>2.1 Классификация и основные требования к логическим элементам: совместимость входных и выходных сигналов, нагрузочная способность, свойства квантования сигнала, помехоустойчивость. Характеристики логических</p>	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	Т2	КР2	

<p>элементов;  передаточная и  переходная  характеристики;  статические,  динамические и  интегральные  параметры логических  элементов.</p> <p>2.2 Классификация  и основные области  применения  различных БЛЭ. БЛЭ  транзисторно-  транзисторной логики  (ТТЛ и ТТЛШ);  состав базовых  элементов,  схемотехника,  принципы работы,  способы повышения  быстродействия,  разновидности и  основные параметры.  БЛЭ эмиттерно-  связанной логики  (ЭСЛ): состав базовых  элементов,  схемотехника,  принципы работы,  способы повышения  быстродействия,  разновидности и  основные  характеристики.</p> <p>2.3 БЛЭ на МОП-  транзисторах (п-МОП,  р-МОП, КМОП):  состав базовых  элементов,  схемотехника,  принципы работы,  разновидности и  основные  характеристики. БЛЭ  интегральной  инжекционной логики  (И2Л): схемотехника,  разновидности,  основные  характеристики,  принципы работы и</p>					
--	--	--	--	--	--

<p>         построения структуры.          2.4 Элементы с открытым выходом. Элементы с трехстабильным выходом.          2.5 Шинные формирователи, двунаправленные приемопередатчики. Передача сигналов в цифровых устройствах.          2.6 Средства автоматизации функционально-логического проектирования цифровых узлов и устройств. Языки описания аппаратуры (HDL).          2.7          Функционально полные системы логических элементов. Подходы к построению комбинационных устройств Синтез комбинационных устройств в заданном базисе логических элементов.          2.8 Особенности построения логических устройств на реальной элементной базе (использование элементов с заданным числом входов).          2.9          Функциональное назначение, внешний интерфейс, внутренняя структура, особенности технической реализации, практические       </p>					
--	--	--	--	--	--

<p>рекомендации по применению:  шифраторов,  приоритетных двоичных шифраторов,  дешифраторов,  мультиплексоры-селекторов,  демультиплексоры-селекторов, цифровых компараторов,  преобразователей кодов,  многоразрядных сумматоров,  матричных умножителей, схем контроля, HDL-макрофункции типовых комбинационных узлов.</p> <p>2.10 Элементы теории цифровых автоматов (ЦА)-модели и их реализация.  Обобщенные структурные схемы ЦА. Назначение триггеров, их классификация и методы описания.  Типы триггеров: одноступенчатые триггеры (асинхронный и синхронный RS-триггер, D-триггер, T-триггер), двухступенчатые триггеры (RS-триггер, JK-триггер), триггеры с динамическими входами (RS-триггер, JK-триггер) назначение и принципы построения. Триггеры с комбинированными входами.</p>					
--	--	--	--	--	--



<p>Раздел 3</p>	<p>3.1 Методы синтеза ЦА, переход от таблицы состояния к логической схеме и обратно. Понятие о состояниях цифрового автомата (ЦА), определение объема памяти ЦА.  3.2 Счетчики - назначение, классификация, способы переноса сигнала, основные типы (двоичные, двоично-кодированные, реверсивные). Асинхронный счетчик на JK-триггерах. Синхронный последовательный счетчик на JK-триггерах. Синхронный параллельный счетчик на JK-триггерах.  3.3 Реверсивные счетчики на JK-триггерах. Программируемые счетчики на JK-триггерах. Методика синтеза счетчика с произвольным модулем счета.  3.4 Регистры - назначение, классификация, основные типы (параллельные, последовательные); организация межрегистровых связей. Регистры с параллельной записью (интерфейсные регистры). Регистры с последовательной записью.  3.5 Универсальные регистры и основы их</p>	<p>ОПК-2,  ОПК-4,  ОПК-5,  ОПК-6</p>	<p>31, 32,  33, 34,  У1, У2,  У3, У4,  В1, В2,  В3, В4</p>	<p>ТЗ</p>	<p>КРЗ</p>	
-----------------	--	--	--	-----------	------------	--

	<p>синтеза. Структура арифметико-логического устройства.  Реализация арифметических и логических операций.  3.6 Риски сбоя в цифровых устройствах.  Синхронизация в цифровых устройствах.  Микропрограммное управление. HDL-макрофункции автоматов.</p>					
Раздел 4	<p>4.1 Назначение и основные характеристики, принципы построения и типы генераторов. Автогенераторы и одновибраторы на элементах ТТЛ логики, автогенераторы на элементах КМОП логики (условия генерации, расчет длительности и периода импульсов).  4.2 Интегральные таймеры: область применения и структурная схема, принцип действия, основные схемы включения (автоколебательный и заторможенный генераторы).  4.3 Основные определения и классификация. Оперативные запоминающие устройства (ОЗУ); структура при одномерной и двумерной организации, способы</p>	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	Т4	КР4	

<p>наращивания объема памяти на заданной элементной базе.</p> <p>4.4 Типы элементарных запоминающих элементов на биполярных и полевых транзисторах (запоминающие элементы статических ЗУ на биполярных транзисторах с диодами Шоттки, на ЭСЛ-элементах, на структурах И2Л, на МОП и КМОП транзисторах, элементы ЗУ динамического типа).</p> <p>4.5 Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ): классификация, принципы построения, основные характеристики и области применения. Масочные, прожигаемые и репрограммируемые ПЗУ: схемотехника базовых запоминающих ячеек, принципы работы и изготовления, методы программирования и репрограммирования. HDL-мегафункции запоминающих устройств.</p> <p>4.6 Назначение, основные свойства и классификация. Основные параметры и характеристики. ЦАП с суммированием токов. ЦАП с цепочками R-2R. АЦП параллельного кодирования. АЦП</p>					
---	--	--	--	--	--

	<p>поразрядного взвешивания. АЦП последовательного счета. АЦП с двойным интегрированием. Области использования ЦАП и АЦП различных типов.</p>					
<b>6 семестр</b>						
Раздел 5.	<p>5.1 Назначение и область применения программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Классификация ПЛИС. Программируемые логические матрицы (ПЛИМ), программируемая матричная логика (ПМЛ), базовые матричные кристаллы (БМК). Программируемые вентильные матрицы (FPGA).</p> <p>5.2 Предмет и задачи изучения основ микропроцессорной техники. Сведения из истории создания и развития микропроцессорной индустрии. Классификация микропроцессоров.</p>	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	ЛР1	Т5	Зачет с оценкой
Раздел 6	<p>6.1 Сложные программируемые логические устройства (CPLD). СБИС типа «система на кристалле» (SOPC). ПЛИС семейства Altera: функциональные возможности, архитектура,</p>	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	ЛР2	КР5	

	<p>встроенные блоки памяти, логические и периферийные блоки. Мегафункции типовых функциональных блоков</p> <p>6.2 Структура микропроцессора, основные функции. Архитектурные особенности микропроцессоров различных классов.</p> <p>6.3 Архитектура микропроцессорной системы. Функциональные модули, структура, принцип работы.</p>					
Раздел 7	<p>7.1 Усилители – основные характеристики, классификация, схемы КУ, КПД, АЧХ, КНИ. Классификация усилителей по виду сигналов, полосе частот, полосе частот, мощности, КПД, усилению. Простейший усилительный каскад – принцип работы. Характеристики простейших усилительных каскадов при различных схемах включения транзисторов. Схемы питания, установки, стабилизации рабочей точки. Резисторный и резонансный усилительные каскады. Стабилизация тока базы и напряжения базы. Амплитудно-частотные характеристики</p>	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	ЛР3	Т6	

<p>(АЧХ) и фазо-частотные характеристики (ФЧХ) резисторного усилительного каскада. Физические причины ограничения полосы частот каскада. Резонансные усилительный каскад.</p> <p>7.2 Обратные связи в усилителях. Структуры обратной связи. Отрицательные и положительные обратные связи. Их влияние на характеристики и нестабильность усилителя.</p> <p>Дифференциальный усилительный каскад, операционные усилители (ОУ).</p> <p>Схемы и принцип работы дифференциального усилительного каскада. Определение и характеристики ОУ. Дрейф нуля ОУ. Применение ОУ как усилителей, активных фильтров, аналоговых вычислителей, генераторов. Общий принцип применения ОУ с использованием отрицательной обратной связи, схемы и элементарный расчет отдельных устройств.</p>					
--	--	--	--	--	--

Раздел 8	<p>8.1 Нелинейные электронные устройства. Основные эффекты. ЭУ на нелинейных эффектах: умножители частоты, модуляторы, детекторы (демодуляторы), смесители, выпрямители. Преобразование сигнала в ЭУ с полиномиальной характеристикой. Эффекты образования гармоник и комбинационных частот, их применение в ЭУ разного назначения. Комбинационные частоты 3-его порядка как основная причина нелинейных искажений сигналов в усилителях. Преобразование сигнала на характеристике с отсечкой тока (метод угла отсечки).</p> <p>8.2 Усилители мощности и модуляторы. Принципы работы и параметры усилителей мощности. Расчет усилителей мощности методом угла отсечки. Сравнение характеристик усилителей мощности в классах А,В,С. Принцип работы и виды амплитудных модуляторов – базовый амплитудный модулятор, балансный модулятор. Частотный и фазовый</p>	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6	31, 32, 33, 34, У1, У2, У3, У4, В1, В2, В3, В4	ЛР4	КурсР	
----------	---	----------------------------	--	-----	-------	--

<p>модуляторы.</p> <p>8.3 Перемножители сигналов, детекторы, смесители. Схема и принцип действия перемножителя сигналов.</p> <p>Синхронный детектор, его применение как амплитудного, частотного, фазового детекторов.</p> <p>Смеситель сигналов и структурная схема гетеродинного приемника. Эффект зеркального приема.</p> <p>8.4 Автогенераторы. Определение и структурная схема автогенератора.</p> <p>Амплитудное и фазовое условие самовозбуждения. Три классические схемы LC- автогенераторов.</p> <p>Уравнение колебаний и условия самовозбуждения для автогенератора с трансформаторной обратной связью.</p> <p>Диаграммы Ламерея и метод точечных отображений для анализа переходных и стационарных режимов работы АГ.</p> <p>Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения.</p> <p>Условия и режимы хаоса (хаотических колебаний) в АГ.</p>					
--	--	--	--	--	--



## Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т	Тестовое задание	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 2
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3-2	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<2	
Курс Р	Курсовая работа	выставляется студенту, если 90-100% работы выполнено правильно	15-14	15 – 9
		выставляется студенту, если 80-89% работы выполнено правильно	13-11	
		выставляется студенту, если 60-79% работы выполнено правильно	10-9	
		при выполнении студентом менее, чем 60% задания работа не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<9	
КР	Контрольная работа	выставляется студенту, если все 8 задач решены верно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если 7 задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки	9	
		выставляется студенту, если 5 задачи решены верно, а 3 задачи не решены или решения содержат ошибки	8	
		выставляется студенту, если 3 задачи решены верно, и хотя бы одна задача из 5 оставшихся решена с незначительными недочетами	6	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<6	
3	Зачет	выставляется студенту при правильном ответе, при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной		50
		выставляется студенту при правильном ответе и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной		40

		выставляется студенту при ответах на зачетные вопросы, допускается содержание некоторых неточностей	30
		если студент не дал ответ на вопросы и не может ответить на дополнительные вопросы	<30
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной	40-50
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30
			<b>50 – 30</b>

### Шкала оценки лабораторных работ

5 баллов – все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод, работа оформлена аккуратно;

4 балла - все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, сделан ошибочный вывод, работа оформлена аккуратно;

3 балла – работа оформлена небрежно, рисунки и схемы не отражают сути происходящих явлений, либо вообще отсутствуют, но при этом все расчеты произведены верно, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод;

2 балла – указаны нужные формулы, расчеты произведены верно, но вывод и изображения отсутствуют;

1 балл – нужные формулы указаны, но расчет произведен не правильно, вывод и рисунки либо отсутствуют, либо не верны.

5 баллов	Отлично	Тема освоена полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы.
----------	---------	---

4 балла	Хорошо	Теоретическое содержание темы освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно.
3 балла	Удовлетворительно	Теоретическое содержание темы освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы.
Меньше 3 баллов	Неудовлетворительно	Очень слабые знания, недостаточные для понимания темы, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к усвоению сформированности компетенций дисциплины
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## Вопросы к экзамену

### 5 семестр

1. Логические события и их бинарное описание. Элементарные логические функции и их представление.
2. Реализация элементарных логических функций на БПТ- и КМОП-ключках. Оценка входных и выходных параметров. Задержки.
3. Полная таблица логических функций. Основы и постулаты алгебры логики.
4. Логические элементы для схемотехники. ДНФ и КНФ и их минимизация. Задачи синтеза логических схем.
5. Диаграммы и коды.
6. Дешифраторы и шифраторы. Комбинационные схемы и их синтез.
7. Комбинаторная логика. Мультиплексоры-селекторы и их синтез. Демультимплексоры-селекторы и их синтез.
8. Представление чисел в цифровых устройствах. Операции с форматами двоичных чисел в цифровых устройствах.
9. Логические компараторы. Полусумматоры, сумматоры и основы синтеза АЛУ.

10. Элементы запоминания логических событий. RS-триггер. RST-триггер. Элементарный D-триггер.
11. JK- триггер.
12. Двоичные асинхронные счетчики на JK-триггерах. Синхронные счетчики на JK-триггерах.
13. Синхронные D-триггер. Регистры и основы синтеза регистров. Счетчики Джонсона.
14. Основы синтеза делителей частоты с произвольным числом деления на D-триггерах.
15. Основы синтеза делителей частоты с произвольным числом деления на JK-риггерах.
16. Система параметров логических элементов.
17. Логические элементы TTL(Ш).
18. Логические элементы КМОП.
19. Элементы с трехстабильным выходом, шинные формирователи.
20. Элементы с открытым выходом.
21. Передача сигналов в цифровых устройствах.
22. Приоритетные шифраторы.
23. Двоичные дешифраторы.
24. Мультиплексоры и демультиплексоры.
25. Сумматоры (одноразрядный, многоразрядные с последовательным и параллельным переносом).
26. Арифметико-логические устройства.
27. Представьте структурную схему АЛУ и поясните принцип его действия.
28. Представьте структурную схему АЦП параллельногодействия и поясните принцип его действия.
29. Принцип действия ЦАП на цепочках R-2R.
30. Приведите состав и принципы построения средств автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем

31. Что представляет собой техническое обеспечение средств автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем?
32. Как создаются математические модели объектов автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем?
33. Сравните пакеты программ автоматизации схемотехнического проектирования
34. Компараторы.
35. Матричные умножители.
36. Схемы контроля (по модулю два, с использованием кодов Хэмминга).
37. Построение комбинационных схем на дешифраторах и мультиплексорах.
38. Построение комбинационных схем на ПЗУ.
39. Модели конечного автомата Мили и Мура.
40. Структурная модель цифрового автомата на основе логической схемы с обратными связями.
41. Асинхронные триггер и триггеры – защелки.
42. Двухступенчатые триггеры, триггеры с динамическим управлением.
43. Риски сбоя в цифровых устройствах.
44. Однофазная и двухфазная синхронизация (условия работоспособности).
45. Схемотехника системы синхронизации.
46. Микропрограммная реализация алгоритма.
47. Параллельные, сдвигающие и универсальные регистры.
48. Счетчики: классификация и основные параметры, схемотехника двоичных счетчиков с последовательным и параллельным переносом.
49. Синхронные и универсальные счетчики.
50. Классификация полупроводниковых запоминающих устройств.

## Вопросы к зачету с оценкой

### 6 семестр

1. Основные структуры адресных ЗУ: 2D, 3D, 2DM, блочные.
2. Структуры последовательных и ассоциативных ЗУ.
3. Запоминающие элементы постоянных запоминающих устройств.
4. Постоянные запоминающие устройства: масочные, программируемые, репрограммируемые – УС: внешняя организация, временные диаграммы.
5. EEPROM: структура, внешняя организация, временные диаграммы.
6. Последовательные EEPROM: структура, внешняя организация, временные диаграммы.
7. Flash: структуры, режимы работы, временные диаграммы.
8. Запоминающие элементы статических ОЗУ.
9. Асинхронные статические ОЗУ: внешняя организация и временные диаграммы.
10. Синхронные статические ОЗУ: структура, внешняя организация и временные диаграммы.
11. Схемотехника запоминающих элементов и накопителя динамических ОЗУ.
12. Асинхронные динамические ОЗУ: внешняя организация и временные диаграммы.
13. Синхронные динамические ОЗУ: SDRAM, DDRx SDRAM: структура, внешняя организация и временные диаграммы
14. ПЛИС: классификация.
15. Структуры ПЛИМ, ПМЛ, PLD.
16. CPLD: архитектура, реализация макроячеек.
17. FPGA: структура, реализация конфигурируемых логических блоков и встроенных блоков памяти.
18. Автоматизация проектирования цифровых устройств на основе ПЛИС: маршрут проектирования, HDL-языки, средства системы Quartus II .
19. Определение микропроцессора. Общие сведения о

микропроцессорных системах. Классификация микропроцессоров.

20. RISC и CISC-архитектуры процессоров. Преимущества и недостатки. Примеры современных процессоров с RISC и CISC-архитектурой.

21. Укрупненная структурная схема элементарной микропроцессорной системы. Назначение основных функциональных узлов.

22. Функции процессора. Системная магистраль, назначение шин. Схема подключения процессора, основные выводы микросхемы процессора.

23. Внутренняя структура микропроцессора. Схема управления выборкой команд, АЛУ, регистры процессора, схема управления прерываниями, схема управления прямым доступом к памяти, логика управления.

24. Характеристики систем памяти микропроцессорных систем, методы доступа к памяти.

25. Многоуровневая иерархическая архитектура памяти: описание каждого уровня.

26. Увеличение разрядности микросхем памяти. Структура памяти на основе блочной схемы.

27. Расслоение памяти. Блочная память с чередованием адресов по циклической схеме. Блочно-циклическая схема расслоения памяти.

28. Режимы доступа к памяти: последовательный, конвейерный, регистровый; страничный; пакетный, удвоенной скорости.

29. Статическая и динамическая оперативная память, классификация. Основные функциональные характеристики.

30. Однопортовые и многопортовые запоминающие устройства. Структура двухпортовых оперативных запоминающих устройств.

31. Постоянная память. Память программ для микроконтроллеров. Микросхемы памяти.

32. Ассоциативная память. Структура ассоциативного запоминающего устройства.

33. Организация кэш-памяти. Структура микропроцессорной системы с основной и кэш-памятью. Параметры кэш-памяти.



34. Способы отображения основной памяти на кэш-память: прямое, полностью ассоциативное, частично-ассоциативное отображение. Структурные схемы, сравнительная характеристика.
35. Микроконтроллеры, классификация, структурные схемы. Принстонская и Гарвардская архитектуры. Преимущества и недостатки.
36. Типы памяти микроконтроллеров. Память программ, память данных, внешняя память, регистры МК, стек.
37. Система питания микроконтроллеров, понятие собственной мощности. Система тактирования и синхронизации микроконтроллеров, виды, преимущества и недостатки.
38. Отличительные признаки современных 8-разрядных микроконтроллеров. Модульная организация МК. Структура процессорного ядра МК и изменяемого функционального блока.
39. Организация связи МК с внешней средой и временем. Порты ввода-вывода. Типовая схема двунаправленного порта ввода-вывода.
40. Микроконтроллер , его место в современном производстве микроконтроллеров. Базовая архитектура процессора. Назначение основных регистров. Регистры специальных функций. Регистр флагов.
41. Микроконтроллер : организация памяти программ и памяти данных. Способы адресации. Устройство управления и синхронизации.
42. Организация портов ввода-вывода микроконтроллера 8051. Устройство портов. Альтернативные функции портов.
43. Таймеры-счетчики микроконтроллеров семейства: регистр режима работы, регистр управления-статуса. Режимы работы таймеров-счетчиков.
44. . Организация прерываний микроконтроллера. Регистры прерываний.
45. Система команд микроконтроллера. Способы адресации.
46. Средства и системы разработки микроконтроллеров.
47. Системы ввода/вывода (СВВ). Способы подключения СВВ к процессору, их достоинства и недостатки.
48. Организация адресного пространства системы ввода/вывода.

Совмещенное и выделенное адресное пространство, достоинства и недостатки.

49. Категории и структура внешних устройств.

50. Модули ввода-вывода. Функции модуля ввода-вывода.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Миловзоров О. В. Электроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 344 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/449920>.

2. Новожилов О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов [Электронный ресурс] / О. П. Новожилов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 382 с. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490825>.

3. Новожилов О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов [Электронный ресурс] / О. П. Новожилов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 421 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490826>.

4. Огородников И. Н. Микропроцессорная техника: введение в Cortex-M3: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / И. Н. Огородников. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 116 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/453337>.

5. Сажнев А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / А. М. Сажнев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 139 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа:

<https://urait.ru/bcode/492264>.

6. Щука А. А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451677>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Бобровников Л. З. Электроника в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов [Электронный ресурс] / Л. З. Бобровников. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 275 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/472289>.

2. Миленина С. А. Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / С. А. Миленина, Н. К. Миленин; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 406 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/450334>.

3. Щука А. А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/470589>.

## 7.3 Интернет ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>

2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7	StudFiles (Файловый архив студентов)	<a href="https://studfile.net/preview/960265/">https://studfile.net/preview/960265/</a>
8	Рынок микроэлектроники. Справочник по электронным компонентам.	<a href="http://www.gaw.ru/">http://www.gaw.ru/</a>
9	Автор Микушин А. В. All rights reserved.	<a href="https://digteh.ru/MCS51/MCS_51.php">https://digteh.ru/MCS51/MCS_51.php</a>
10	SCI-ARTICL Публикация научных статей	<a href="https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektr otehnika">https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektr otehnika</a>
11	Большая Энциклопедия Нефти и Газа	<a href="http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html">http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html</a>
12	ИСТИНА (Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных)	<a href="https://istina.msu.ru/journals/96319/">https://istina.msu.ru/journals/96319/</a>
13	Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы»	<a href="http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&amp;id=57">http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&amp;id=57</a>
14	KMSOFT (Научные статьи)	<a href="http://kmssoft.ru/lc/C012">http://kmssoft.ru/lc/C012</a>

#### 7.4 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7719](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28889](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9796](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8742](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8742) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
5. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=32094](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094) – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
6. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28006](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>