



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МИКРОЭЛЕКТРОНИКА***

Направление подготовки (специальность)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Программирование и электроника информационных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

17.01.2023, г. Протокол № 5


Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС


10.02.2023 г. протокол № 7

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

Старший преподаватель кафедры ЭиМЭ,  Д.М. Мазитов

Рецензент:

директор СЦ ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг" канд. техн. наук  Е.С. Суспицын

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины (модуля) «Микроэлектроника» является формирование у студента знаний основ микроэлектроники, необходимых для рационального выбора и применения элементной базы при создании, ремонте и обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры, обоснованного задания технических требований на разработку функционально - специализированных изделий микроэлектроники, а также схемотехнического проектирования.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Микроэлектроника входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика

Физика

Физика конденсированного состояния

Физические основы электроники

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Основы микропроцессорной техники

Микропроцессоры

Наноэлектроника

Элементы цифровой техники

Технологические датчики

Электронные промышленные устройства

Основы технологии электронной компонентной базы

Схемотехнические средства сопряжения

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Микроэлектроника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений
ПК-1.1	Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств
ПК-1.2	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 90,5 акад. часов;
- аудиторная – 85 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,5 акад. часов;
- самостоятельная работа – 17,8 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - курсовой проект, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Общие характеристики элементов цифровых								
1.1 Классификация элементов	5	0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
1.2 Математическое описание элементов цифровой техники		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
1.3 Статическая и динамическая характеристики		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
1.4 Схемотехнические и конструктивные параметры		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2			1,2			
2. Технологические основы микроэлектроники								
2.1 Эпитаксия. Диффузия примесей. Ионное легирование. Травление.	5	1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
2.2 Нанесение тонких пленок. Методы получения структур типа Si – SiO <sub>2</sub> – Si .		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2

2.3 Проводники соединений и контакты в полупроводниковых микросхемах. Литография.		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
2.4 Сборка полупроводниковых микросхем		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
2.5 Современные типы корпусов полупроводниковых микросхем		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		4			1,5			
3. Компоненты элементов цифровых устройств - активные элементы.								
3.1 Особенности структур биполярных транзисторов. Многоэмиттерные транзисторы.	5	1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
3.2 Транзисторы с диодами Шотки		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
3.3 Диодное включение транзисторов. МДП-транзисторы интегральных микросхем.		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
3.4 Биполярные и полевые транзисторы на одном кристалле		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
3.5 Разновидности транзисторных структур СБИС		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		5			1,5			
4. Компоненты элементов цифровых устройств - пассивные элементы								
4.1 Полупроводниковые резисторы. Пленочные резисторы.	5	1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
4.2 Конденсаторы и индуктивные элементы		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
4.3 Микрополосковые линии и элементы на их основе		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		3			0,9			

5. Логические элементы на биполярных транзисторах								
5.1 Элементы ДТЛ – типа	5	1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
5.2 Элементы ТТЛ – типа		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
5.3 Анализ статического режима работы базового элемента ТТЛ		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
5.4 Анализ динамического режима работы базового элемента ТТЛ		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
5.5 Элементы ТТЛШ – типа		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
5.6 Модификация элементов ТТЛ		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
5.7 Элементы ЭСЛ – типа		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
5.8 Элементы И2Л – типа		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		7			2,4			
6. Логические элементы на полевых транзисторах								
6.1 Инвертор на n – канальных МДП транзисторах	5	1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
6.2 Инвертор на комплементарных транзисторах		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
6.3 Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
6.4 Логические элементы динамического типа		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2

6.5 Логические элементы сверхскоростных микросхем на МЭП – транзисторах		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		5			1,5			
7. Программируемые логические матрицы и программируемая матричная логика								
7.1 Введение. Схемотехника ПЛИМ.	5	1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
7.2 Программируемая матричная логика		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
7.3 Функциональные разновидности ПЛИМ и ПМЛ		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
7.4 Схемы программируемым выходным буфером		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
7.5 Схемы двунаправленными выводами		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
7.6 Схемы с памятью. ПЛИМ с разделяемыми конъюнктурами.		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		4			1,8			
8. Современные БИС со сложными программируемыми и репрограммируемыми структурами								
8.1 Общие сведения. Классификация по типу программируемых элементов.	5	0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
8.2 Логические матрицы программируемые пользователем		1			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
8.3 Сложные программируемые логические схемы CPLD		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
8.4 СБИС программируемой логики смешанной архитектуры - FLEX и др.		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2



8.5	СБИС программируемой логики типа «система на кристалле»		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
8.6	Параметры и популярные семейства СБИС программируемой логики		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
8.7	Интерфейс JTAG, периферийное сканирование и программирование в системе - SPI		0,5			0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Промежуточная аттестация	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу			4			2,1			
9. Темы практических занятий									
9.1	Простейшие логические элементы средней степени интеграции TTL логики				9/3И	0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2
9.2	Влияние нагрузки на статические и динамические режимы в цифровых схемах с использованием логический элементов TTL логики				9/3И	0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2
9.3	Простейшие логические элементы средней степени интеграции КМОП логики				12/4И	0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2
9.4	Расчет и исследование кольцевого генератора. Определение времени задержки логического элемента с использование схемы кольцевого генератора.	5			9/2И	0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2
9.5	Расчет и построение генераторов прямоугольной формы с использованием цифровых микросхем средней степени интеграции TTL логики				6/1И	0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2
9.6	Построение и анализ схем одновибраторов				6/1И	0,3	Изучение лекционных материалов и учебной литературы	Собеседование	ПК-1.1, ПК-1.2
9.7	Консультации по оформлению и выполнению курсового проекта					3,1	Оформление и выполнение курсового проекта	Защита курсового проекта	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу					51/14И	4,9			
10. Промежуточная аттестация									

10.1 Подготовка к экзамену	5				Изучение учебной литературы, материалов лекционных и практических занятий	Экзамен	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу							
Итого за семестр	34		51/14И	17,8		экзамен,кп	
Итого по дисциплине	34		51/14И	17,8		курсовой проект, экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Технология образования включает проведение лекционных, практических занятий, а также самостоятельных и курсовых работ.

Лекционные занятия по данной дисциплине целесообразно проводить по традиционной для советского образования технологии. Изучаемый материал носит не обзорный, а достаточно сложный концептуальный характер, содержит много абстрактных понятий. Информация должна излагаться последовательно: линия за линией – порождается схема, на основе анализа схемы возникает сначала одно уравнение, затем другое. На основе определенной логики уравнения объединяются в систему, анализируются и т.д. Весь этот процесс должен быть на глазах у студентов. Использование готового иллюстративного материала скрывает эти подробности, создает иллюзию простоты и является контр продуктивным. Целесообразно конспектирование лекции, благодаря чему более активно работают все виды памяти. Озвучив очередную идею, целесообразно многократно в ходе лекции предлагать слушателям оформить ее самостоятельно на языке схем и формул, после чего дать свой вариант решения. Этот же прием позволяет постоянно держать фокус внимания студентов на изучаемом предмете.

Для повышения качества занятий целесообразно использование видео проектора и интерактивной доски. Это позволяет сочетать возможность последовательного изложения материала в традиционной форме и возможность оперативного проведения компьютерного моделирования электронных устройств, для иллюстрации изучаемой темы.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Смирнов, Ю. А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1379-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211292> (дата обращения: 18.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Игнатов, А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-1161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210695> (дата обращения: 18.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0866-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210218> (дата обращения: 18.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователе

2. Микросхемотехника : учебное пособие / В. Н. Мурашев, С. А. Леготин, М. Н. Орлова, А. Л. Мельников. — Москва : МИСИС, 2011. — 220 с. — ISBN 978-5-87623-334-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116638> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим

доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1. Одинцов, К. Э. Основы информационной электроники. Комбинационные логические устройства [Текст]: учеб. пособие / К.Э. Одинцов, Т.Р. Храмшин. - Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. – 51 с.

2. Одинцов, К. Э. Комбинационные логические схемы [Текст]: учеб. пособие / К.Э. Одинцов. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2005. – 56 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: Демонстрационные плакаты и натурные образцы изучаемых приборов.

Учебные аудитории для проведения практических занятий по теоретическому материалу. Оснащение: Демонстрационные плакаты и натурные образцы изучаемых электронных приборов.

Учебные аудитории для проведения практических занятий по курсовому проектированию. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетами MS Office, Altera MAX PLUS II, локальной сетью и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетами MS Office, Altera MAX PLUS II, локальной сетью и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Шкафы для хранения натуральных образцов изучаемых электронных приборов, учебного оборудования и учебных пособий.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Контрольные вопросы по итогам освоения дисциплины:

1. Представить и охарактеризовать статические характеристики базового логического элемента заданного схемно-технологического базиса.
2. Представить заданную информацию в цифровой форме заданного вида.
3. Преобразовать одну заданную форму представления булевой функции в другую заданную форму её представления.
4. Минимизировать заданную булеву функцию.
5. Реализовать заданную булеву функцию на основе комбинационных микросхемных изделий.
6. Определить функции сравнения, реализуемые заданной схемой цифрового компаратора.
7. Определить уровни сигналов на входе/выходе комбинационного цифрового электронного устройства при заданных условиях.
8. Реализовать систему булевых функций на основе программируемых логических интегральных микросхем.
9. Определить уровни сигналов на входе/выходе последовательностного цифрового устройства при заданных условиях.
10. Определить модуль счета счетчика.
11. Определить информационную емкость запоминающего устройства.
12. Определить уровни сигналов на входе/выходе запоминающего устройства при заданных условиях.
13. Определить передаточную функцию аналогового устройства на интегральных операционных усилителях.
14. Построить временную диаграмму выходного напряжения аналогового устройства по заданной временной диаграмме входного сигнала.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за определенный период обучения (семестр) и проводится в форме экзамена и защиты курсового проекта.

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1	Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	
ПК-1.1	Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств	<p>Вопросы для подготовки к экзамену.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналоговые и дискретные электронные устройства. Достоинства, недостатки.</li> <li>2. Элементы и компоненты цифровых устройств – определения.</li> <li>3. Классификация по способу кодирования двоичных сигналов в элементах цифровых устройств.</li> <li>4. Классификация элементов по виду реализуемой логической функции. Наименование элементов и их УГО.</li> <li>5. Функции алгебры логики. Полностью определенные и частично определенные функции. Способы и формы описания функций.</li> <li>6. Принцип двойственности. Базисные логические элементы и элементы реализующие базовые логические функции.</li> <li>7. Передаточная характеристика инвертирующего и неинвертирующего логического элемента, оценка помехоустойчивости.</li> <li>8. Оценка быстродействия логических элементов. Кольцевой генератор.</li> <li>9. Биполярные транзисторы интегральных микросхем. Структура и способы изоляции (достоинства и недостатки).</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>10. Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом в ИМС. Структура, свойства и область применения.</p> <p>11. Полупроводниковые и пленочные резисторы. Структура, топология, свойства.</p> <p>12. Пленочные и МДП-конденсаторы – структура, топология, свойства. Топология пленочных индуктивных элементов.</p> <p>13. Схема и принцип действия элемента 2И-НЕ серии ТТЛ.</p> <p>14. Выходная характеристика элементов ТТЛ. Оценка нагрузочной способности.</p> <p>15. Схема и принцип действия инвертора серии КМОП. Передаточная характеристика.</p> <p>16. Сравнительная характеристика элементов серий ТТЛ, ТТЛШ и КМОП.</p> <p>17. Построить временные диаграммы для логического элемента.</p> <p>18. Теоремы булевой алгебры.</p> <p>19. Классификация по типу принципиальной схемы базового логического элемента в серии.</p> <p>20. Классификация элементов по назначению.</p> <p>21. Двоичная система счисления.</p> <p>22. Составить принципиальную схему логического устройства в соответствии с таблицей истинности.</p>
ПК-1.2	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам	<p>Вопросы для подготовки к экзамену.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выходная характеристика.</li> <li>2. Нагрузочная способность.</li> <li>3. Коэффициент объединения по входу.</li> <li>4. Потребляемая мощность.</li> <li>5. Коэффициент разветвления по выходу.</li> <li>6. Условные обозначения интегральных микросхем.</li> <li>7. Топология многоэмиттерных транзисторов в интегральных микросхемах.</li> <li>8. Основы алгебры логики, основные операции, аксиомы, теоремы.</li> </ol>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		9. Основные характеристики и параметры логических элементов. 10. Основные этапы изготовления полупроводниковых ИМС. 11. Условное графическое обозначение цифровых ИМС. Условные обозначения интегральных микросхем отечественного производства 12. Базовый элемент ТТЛ. Схема простого ключа. Принцип работы. 13. Базовый элемент ТТЛ. Характеристики. Достоинства и недостатки. 14. Базовый элемент ТТЛШ. Характеристики. Достоинства и недостатки. 15. Элемент ТТЛ с открытым коллектором. 16. Элемент ТТЛ с тремя выходными состояниями. 17. Базовый элемент МОП с дифференциальным сопротивлением. Схема простого ключа. Принцип работы. Характеристики 18. Базовый элемент КМОП. Схема простого ключа. Принцип работы. Характеристики. 19. Логические элементы «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ», КМОП. Принцип работы. Достоинства и недостатки по сравнению с элементами серии ТТЛ.

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и защиты курсового проекта.

Методические указания для подготовки к экзамену: для подготовки к экзамену студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, выполнить и защитить все практические работы.

Критерии оценки освоения дисциплины (экзамен):

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания выполнения курсового проекта:

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.