

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Микросхемотехника

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 10

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

ктн, доцент, Орлова Марина Николаевна

Рабочая программа

Микросхемотехника

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра ППЭ и ФПП

Протокол от 21.06.2023 г., №11

Руководитель подразделения к.ф.-м.н., доц., Диденко Сергей Иванович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов компенсаций в соответствии с учебным планом применительно к изучению и формированию знаний в области полупроводниковых микросхем, принципов их функционирования и применения.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.15
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Методы математического моделирования	
2.1.2	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.1.3	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники	
2.1.4	Силовые полупроводниковые приборы	
2.1.5	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций	
2.1.6	Физика наноструктур	
2.1.7	Физико-химия и технология наноструктур	
2.1.8	Магнитные измерения	
2.1.9	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики	
2.1.10	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники	
2.1.11	Нанoeлектроника полупроводниковых приборов и устройств	
2.1.12	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.1.13	Основы радиационной стойкости изделий электронной техники	
2.1.14	Основы технологии электронной компонентной базы	
2.1.15	Приборы квантовой и оптической электроники	
2.1.16	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом	
2.1.17	Элементы и устройства магнитоэлектроники	
2.1.18	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.1.19	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.1.20	Компьютерные технологии проектирования процессов нанoeлектроники	
2.1.21	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.1.22	Методы исследования материалов и структур электроники	
2.1.23	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.1.24	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок	
2.1.25	Полевые полупроводниковые приборы	
2.1.26	Полупроводниковая нанoeлектроника	
2.1.27	Приемники оптического излучения	
2.1.28	Физика импульсного отжига	
2.1.29	Физико-математические модели процессов нанoeлектроники	
2.1.30	Физические основы электроники	
2.1.31	Функциональная нанoeлектроника	
2.1.32	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.1.33	Инженерная математика	
2.1.34	Квантовая и оптическая электроника	
2.1.35	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.36	Технология материалов электронной техники	
2.1.37	Физика диэлектриков	
2.1.38	Физика магнитных явлений	
2.1.39	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.40	Физические свойства кристаллов	
2.1.41	Электроника	
2.1.42	Практическая кристаллография	
2.1.43	Физика	
2.1.44	Физическая химия	
2.1.45	Математика	

2.1.46	Органическая химия
2.1.47	Химия
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.2	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.3	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.4	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.5	Физика и техника магнитной записи
2.2.6	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.7	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A ₂ B ₆
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники

Знать:

ПК-5-31 Технологические процессы и оборудование производства изделий микроэлектроники

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Знать:

ПК-2-31 Основные этапы контролирования основных технологических процессов производства изделий электронной техники

ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Знать:

ОПК-1-31 Основные методы схемотехнического проектирования для решения инженерных задач

ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники

Уметь:

ПК-5-У1 Анализировать и выбирать перспективные материалы для производства изделий микроэлектроники

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Уметь:

ПК-2-У1 Контролировать основные этапы производства изделий электронной техники

ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Уметь:

ОПК-1-У1 Применять основных пакеты прикладных программ для решения инженерных задач

ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники

Владеть:

ПК-5-В1 Методами схемотехнического проектирования

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Владеть:

ПК-2-В1 Методами контроля технологических операций при производстве приборов и устройств микроэлектроники

ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности**Владеть:**

ОПК-1-В1 Навыками использования положений, законов и методов естественных наук для решения задач инженерной деятельности в микросхемотехнике

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение в микросхемотехнику							
1.1	Классификация интегральных микросхем. Пределы развития микросхемотехники. Условные обозначения полупроводниковых приборов в схемах /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э3 Э7			
1.2	Технология изготовления полупроводниковых интегральных схем /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э3 Э4 Э5 Э7			
1.3	Проектирование электронных схем на базе пакета прикладных программ /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э4 Э7	Компьютерное моделирование электронных схем		
1.4	Тест. Микросхемотехника, основные понятия, термины и определения /Ср/	10	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э3 Э4 Э5 Э7	Проводиться на базе платформы LMS	КМ7	Р3
1.5	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7		КМ1	
	Раздел 2. Элементы микросхем							

2.1	Диоды и Транзисторы в интегральных схемах /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7			
2.2	Полупроводниковые резисторы, пленочные резисторы, их схемы и устройство /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7			
2.3	Транзисторно-транзисторная логика с простым и сложным инвертором. Схема реализации на биполярных транзисторах, принцип работы, таблица истинности. /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э7			
2.4	Конденсаторы и индукционные элементы, их схемы и устройство /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7			
2.5	Исследование быстродействия интегральных микросхем на биполярных и полевых транзисторах /Лаб/	10	6	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э6 Э7		КМ8	Р4
2.6	Транзисторные ключи /Пр/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7	Решение типовых задач	КМ5	Р2
2.7	Диодные ключи /Пр/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7	Решение типовых задач	КМ5	Р2

2.8	Базовые элементы логических интегральных микросхем /Пр/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7	Анализ схем	КМ5	
2.9	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7		КМ2	
2.10	Проработка учебно-методического материала для подготовки к лабораторным работам /Ср/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7		КМ2	Р4
	Раздел 3. Схемотехника базовых логических элементов							
3.1	Методика схемотехнического проектирования логических элементов /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7			
3.2	Основные логические операции и функции. Логические элементы и их условные обозначения /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7			
3.3	Схемотехническая реализация логических функций. Общая классификация логических элементов /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э7			

3.4	Схемотехника базовых логических элементов на основе транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ), эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ), интегральной инжекционной логики (ИЗЛ) на биполярных и униполярных транзисторных структурах /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э7			
3.5	Схемы ТТЛ на многоэмиттерных транзисторах /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э7			
3.6	Анализ схемы ТТЛ элемента на биполярных транзисторах и расчет параметров /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э6 Э7			
3.7	Схемы элементов на комплементарных МДП-транзисторах /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э7			
3.8	Схемотехника базовых логических ТТЛ элементов /Лаб/	10	7	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э6 Э7		КМ9	Р5
3.9	Общая методика схемотехнического проектирования логических элементов на биполярных и КМОП транзисторах /Пр/	10	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э7			
3.10	Логические функции и логические элементы /Пр/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7	Решение типовых задач	КМ5	Р2

3.11	Контрольная работа. Построить схему ТТЛ - элемента с инвертором /Пр/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7		КМ5	Р2
3.12	Проработка учебно- методического материала для подготовки к лабораторным работам /Ср/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7		КМ9	Р5
3.13	Проработка учебно- методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7		КМ3	
3.14	Проработка учебно- методического материала для подготовки к контрольной работа /Ср/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7		КМ5	Р2
3.15	Проработка учебно- методического материала для выполнения домашней работы /Ср/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э2 Э4 Э5	Методически е указания по выполнению курсовой работы, на кафедре, бумажный и электронный носитель		Р1
	Раздел 4. Цифровые устройства на базе триггеров							
4.1	Классификация триггеров /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э3 Э7			

4.2	Схемотехника триггеров. Асинхронные и синхронные триггеры /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7			
4.3	Построение схем и исследование работы RS -,JK-,D-триггера /Лаб/	10	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э6 Э7		КМ9	Р6
4.4	Статические и динамические триггеры /Пр/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э7			
4.5	Транзисторный ключ на биполярном транзисторе и статический триггер на его основе /Лек/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7	Решение типовых задач		Р2
4.6	Требования и параметры, характеризующие триггерные устройства /Пр/	10	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7			
4.7	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7		КМ4	
4.8	Проработка учебно-методического материала для подготовки к лабораторным работам /Ср/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК -5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э7		КМ4	Р6

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям. Раздел 1. Введение в микросхемотехнику	ОПК-1-31;ПК-2-31	Вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям. Раздел 1. Введение в микросхемотехнику 1. Перечислите основные физические причины, приводящие к отказу интегральной схемы. 2. В чем суть группового метода производства? Сформулируйте основные принципы микроэлектроники. 3. Основные элементы программ MicroCap, Multisim, пользовательский интерфейс и основные компоненты рабочего стола, условные обозначения элементов 4. Как конструктивно реализуются конденсаторы в полупроводниковых интегральных схемах? 5. Какие основные методы изоляции элементов вы знаете. В чем их принципиальные достоинства и недостатки?
КМ2	Вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям. Раздел 2. Элементы микросхем		Вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям. Раздел 2. Элементы микросхем 1. Дайте характеристику схемам ДТЛ-, РТЛ-, ТТЛ-, ЭСЛ-, И2Л-элементам. 2. Как конструктивно реализуются резисторы в полупроводниковых интегральных схемах? 3. Как конструктивно реализуются конденсаторы в полупроводниковых интегральных схемах? 4. Для чего при производстве ИС на монокристаллических подложках выращивают эпитаксиальные слои кремния? Назовите области применения гибридных пленочных ИС? 5. Схемы, характеристики, устройства и принцип действия МДП-транзистора на ИМС
КМ3	Вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям. Раздел 3. Схемотехника базовых логических элементов	ПК-2-В1;ПК-2-У1	Вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям. Раздел 3. Схемотехника базовых логических элементов 1. Схемы и принцип действия элементов транзисторно-транзисторной логики. 2. Какую элементарную функцию выполняет элемент ТТЛ на БТ? 3. Какую элементарную функцию выполняет элемент ТТЛ на КМОП? 4. Таблицы истинности логических элементов «И», «ИЛИ», «НЕ», «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ». Какими способами задаются эти логические элементы? 5. Чем определяются входные токи ТТЛ-элемента при высоком и низком логических уровнях на выходе?
КМ4	Вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям. Раздел 4. Цифровые устройства на базе триггеров	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Вопросы для самостоятельной подготовки к практическим занятиям. Раздел 4. Цифровые устройства на базе триггеров 1. Что такое бистабильная ячейка. Принцип действия бистабильной ячейки, ее схема и реализация на полевых и биполярных транзисторах 2. Какие функции выполняет Т-, D-, JK-, RS- триггеры 3. Чем отличаются Т-, D-, JK-, RS- триггеры 4. Схема RS-триггера на элементах «ИЛИ» 5. Входные и выходные характеристики триггеров
КМ5	Вопросы для самостоятельной подготовки к контрольной работе	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-В1	Вопросы для самостоятельной подготовки к контрольной работе 1. Рассмотреть электрическую схему простейшего логического элемента на транзисторах, реализующего указанную функцию инвертора 2. Схема и принцип действия базового ТТЛ - элемента 3. Расчет ключа на биполярном и КМОП транзисторах 4. Таблицы истинности логических элементов И; ИЛИ; НЕ; И-НЕ; ИЛИ-НЕ 5. Схемы включения биполярных и полевых транзисторов

КМ6	Вопросы к экзамену для самоподготовки	ОПК-1-31;ПК-2-31	<p>Вопросы к экзамену для самоподготовки.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные характеристики логических элементов 2. Классификация ИМС по степени интеграции 3. Компоненты интегральных микросхем 4. В чем состоит основное преимущество, выполненных на ИС, по сравнению с при-борами, выполненными на дискретных схемах? 5. Какими параметрами характеризуется функциональная сложность интегральных схем? 6. Компоненты интегральных микросхем 7. Основные характеристики логических элементов 8. Технологические процесс создания планарно-эпитаксиальных элементов ИМС 9. Алгоритм проектирования цифровых схем 10. ТТЛ с простым инвертором 11. ТТЛ со сложным инвертором 12. Принцип действия элементов эмиттерно-связанная логика 13. Схемы инверторов на МОП транзисторах 14. Схема реализации логического элемента ИЛИ-НЕ 15. Схема реализации логического элемента И-НЕ 16. Принципы построения КМОП-ветелей 17. Принцип действия базового ТТЛ - элемента 18. Принцип действия базового КМОП – элемента 19. Принцип действия бистабильной ячейки 20. Принцип действия RS – триггера 21. Принцип действия D – триггер 22. Принцип действия JK – триггеры 23. Принцип действия элементов резисторно-транзисторной логики 24. Принцип действия логических элементов на МОП-транзисторных ключах с рези-стивной и динамической нагрузкой 25. Схемы транзисторных ключей с: общей базой, общим эмиттером, общим коллекто-ром 26. Принципиальная схема составного транзисторного ключа 27. Много эмиттерный транзистор 28. Способы подачи статических логических уровней на входы ТТЛ 29. Схема транзистора Шоттки на ИМС 30. Принцип работы биполярного ключа с барьером Шоттки 31. Двухнаправленный транзисторный ключ 32. Статические запоминающие устройства 33. Динамические Запоминающие устройства 34. Схемы диодного включения транзистора 35. Логические элементы на БиКМОП-структурах 36. Цифровые устройства на основе триггеров 37. Аналоговые ИМС 38. Способы задания логических функций. Передаточная характеристика логических элементов. 39. Устройство и принцип действия МДП-транзистора на ИМС. 40. Методы изоляции элементов ИМС. В чем их достоинства и недостатки?
-----	---------------------------------------	------------------	--

КМ7	<p>Примерный вариант задания на тестовую работу. Микросхемотехника, основные понятия, термины и определения</p>	<p>ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ПК-2-31</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация интегральных микросхем 2. Пассивные компоненты интегральных микросхем, схемы их реализации 3. Схемы реализации и основные характеристики логических элементов на биполярных транзисторах 4. Схема реализации логического элемента 2И-НЕ на биполярных транзисторах 5. Технологические процесс создания планарно-эпитаксиальных элементов ИМС 6. Логические элементы на БикМОП-структурах, схемы реализации и таблицы истинности 7. ТТЛ с простым инвертором 8. Схемы диодного включения транзистора, их реализация в ТТЛ схемах 9. Схема реализации логического элемента 2И-НЕ на полевых транзисторах 10. ТТЛ со сложным инвертором 11. Эмиттерно-связанная логика, принцип работы, параметры и реализация в ИМС 12. Схемы инверторов на МОП транзисторах, параметры и реализация в ИМС 13. Схемы инверторов на МОП транзисторах, принцип работы и основные параметры 14. Схема реализации логического элемента 2ИЛИ-НЕ на биполярных транзисторах 15. Схема реализации логического элемента И-НЕ на полевых транзисторах 16. Схема транзистора Шоттки на ИМС, принцип работы и основных параметры 17. Схема реализации логического элемента 2И-НЕ на полевых транзисторах 18. Принципы построения КМОП-вентелей и схема их реализации 19. Принцип действия базового ТТЛ – элемента на биполярных и полевых транзисторах, сравнение преимуществ 20. Способы подачи статических логических уровней на входы ТТЛ, функция логического перепада <p>Примерный вариант задания на тестовую работу. Микросхемотехника, основные понятия, термины и определения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое «Интегральная микросхема (ИС)» (микросхема)? <ol style="list-style-type: none"> а) Микроэлектронное изделие, рассматриваемое как единое конструктивное целое. б) Электронное изделие, имеющее высокую степень упаковки электрически соединенных элементов. в) Микроэлектронное изделие, имеющее высокую степень упаковки электрически соединенных элементов и рассматриваемое как единое конструктивное целое. 2. Микросхемотехника это? <ol style="list-style-type: none"> а) Область электроники, связанная с созданием приборов и устройств изготавливаемых с применением групповой (интегральной) технологии. б) Наука о применении приборов и устройств в микроминиатюрном исполнении, изготавливаемых с применением групповой (интегральной) технологии. в) Область электроники, связанная с созданием и применением приборов и устройств в микроминиатюрном исполнении, изготавливаемых с применением групповой (интегральной) технологии. 3. Операция логического «1» соответствует: <ol style="list-style-type: none"> а) напряжению низкого уровня б) напряжению высокого уровня в) напряжению низкого и высокого уровня на выходе 4. Каким из ниже перечисленных параметров характеризуется сложность интегральных схем? <ol style="list-style-type: none"> а) функциональная универсальность. б) технология изготовления. в) степень интеграции.
-----	---	----------------------------------	--

			<p>5. На какие два класса подразделяются интегральные схемы в зависимости от вида обрабатываемых сигналов?</p> <p>а) большой и малой степени интеграции.</p> <p>б) низко и высоковольтные.</p> <p>в) цифровые и аналоговые.</p>
КМ8	Лабораторная работа 1. Исследование быстродействия интегральных микросхем на биполярных и полевых транзисторах	ОПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1	<p>Лабораторная работа 1. Исследование быстродействия интегральных микросхем на биполярных транзисторах</p> <p>1. Объясните работу и устройство ТТЛ элемента.</p> <p>2. Каковы основные статические параметры ТТЛ ИС?</p> <p>3. Каковы основные динамические параметры ТТЛ ИС?</p> <p>4. Чем объясняется задержка включения транзисторного ключа?</p> <p>5. Чем определяется длительность фронта выходного импульса ключа?</p> <p>6. Чем определяется время задержки выключения ключа?</p> <p>7. Чем определяется длительность среза выходного импульса ключа?</p> <p>8. Как связано быстродействие ключа и потребляемая им мощность от источника питания?</p> <p>9. Объясните принцип измерения динамических параметров логических ИМС.</p> <p>10. Как и почему измеряется вид осциллограмм импульса при подключении к выходу элемента емкости нагрузки?</p>
КМ9	Лабораторная работа 2. Схемотехника базовых логических ТТЛ элементов	ПК-2-В1;ОПК-1-31	<p>Лабораторная работа 2. Исследование базовых логических ТТЛ элементов</p> <p>1. Что называется логическим элементом и логической операцией?</p> <p>2. Назовите элементарные логические операции, представляющие собой систему минимального базиса.</p> <p>3. С помощью каких электронных приборов конструируются логические элементы?</p> <p>4. Какие уровни напряжений соответствуют сигналам логической единицы и логического нуля для ТТЛ - элементов с положительной логикой?</p> <p>5. Что означает термин "положительная логика"?</p> <p>6. Что означает термин "отрицательная логика"?</p> <p>7. Дайте характеристику ДТЛ-, РТЛ-, РЕТЛ-, ТТЛ-, ЭСЛ-, ИЭЛ-элементам.</p> <p>8. Объясните принцип действия базового ТТЛ - элемента.</p> <p>9. Перечислите способы задания логических функций.</p> <p>10. Как по передаточной характеристике определить значения напряжений, соответствующих логической единице и логическому нулю?</p>
КМ10	Лабораторная работа 3. Построение схем и исследование работы RS-,JK-,D-триггера	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	<p>Лабораторная работа 3. Симметричный триггер с коллекторно-базовыми связями</p> <p>1. Опишите основные разновидности интегральных триггеров. В чем их основные назначения?</p> <p>2. Принцип работы бистабильной ячейки.</p> <p>3. Принцип работы RS-триггера.</p> <p>4. Изобразите схему RS-триггера на элементах «ИЛИ».</p> <p>5. Принцип работы D-триггера.</p> <p>6. Принцип работы T-триггера.</p> <p>7. Принцип работы JK-триггера. Почему JK - триггеры считаются универсальными?</p> <p>8. Схема и принцип работы цифровых счетчиков на основе цифровых триггеров.</p> <p>9. В чем основной недостаток T, D, RS – триггеров?</p> <p>10. Как осуществляется установка состояния триггера? Существуют ли ограничения на комбинации сигналов установки?</p>
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Домашняя работа	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Расчет параметров схемы ТТЛ элемента на биполярных транзисторах 1. Обозначить элементы схемы. 2. По справочнику выбрать транзисторы, диоды для выполнения работы схемы в соответствии с индивидуальным вариантом. Рассчитать напряжения на выходе схемы. 3. Объяснить назначение диодов, транзисторов в схеме. 4. Определить, какую логическую функцию реализует схема. Составить таблицу истинности, запишите аналитическую формулу для логической функции. 5. Составить топологию (вид в разрезе, вид сверху с металлизацией), отметить рабочие переходы, закрытые области.
P2	Контрольная работа	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-В1	Построение схемы ТТЛ - элемента с инвертором, расчет ключа на биполярном и КМОП транзисторах
P3	Тест	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-2-31	Микросхемотехника, основные понятия, термины и определения
P4	Лабораторная работа 1.	ОПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1	Исследование быстродействия интегральных микросхем на биполярных и полевых транзисторах
P5	Лабораторная работа 2.	ПК-2-В1;ОПК-1-31	Схемотехника базовых логических ТТЛ элементов
P6	Лабораторная работа 3.	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Построение схем и исследование работы RS-,JK-,D-триггера

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен.

Экзаменационный билет состоит из двух заданий (теоретический вопрос и задача). Билеты хранятся на кафедре. Задачи в билетах являются типовыми и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

- 1) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- 2) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- 3) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- 4) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы;
- 5) «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Кузовкин В. А.	Электроника. Электрофизические основы, микросхемотехника, приборы и устройства: учебник	Электронная библиотека	Москва: Логос, 2011
Л1.2	Сильвашко С. А.	Лабораторный практикум по дисциплине «Электротехника, электроника и схемотехника»: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2012
Л1.3	Палий А. В., Саенко А. В., Замков Е. Т.	Схемотехника электронных средств: учебное пособие	Электронная библиотека	Таганрог: Южный федеральный университет, 2016

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Селиванова З. М.	Схемотехника электронных средств: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017
Л1.5	Дуркин В. В., Тырыкин С. В., Степанов М. А.	Схемотехника аналоговых электронных устройств: базовые схемы основных функциональных устройств: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Мурашев Виктор Николаевич, Леготин Сергей Александрович, Орлова Марина Николаевна, Мельников Александр Львович	Микросхемотехника: курс лекций	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.2	Скаржепа В. А., Сенько В. И., Краснопрошина А. А.	Электроника и микросхемотехника. Сборник задач: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Автоматика и управление в техн. системах"	Библиотека МИСиС	Киев: Выща шк., 1989
Л2.3	Булгаков Станислав Сергеевич, Горюнов Николай Николаевич, Ладыгин Евгений Александрович, др.	Микросхемотехника: Разд.: Элементы логических и аналоговых схем: курс лекций для студ. спец. 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989
Л2.4	Орлова Марина Николаевна, Борзых Ирина Вячеславовна	Схемотехника (N 2295): курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016
Л2.5	Мурашев Виктор Николаевич, Леготин Сергей Александрович, Орлова Марина Николаевна, Мельников Александр Львович	Микросхемотехника: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.6	Наумкина Лариса Геннадиевна	Цифровая схемотехника: конспект лекций по дисциплине 'Схемотехника': учеб. пособие для студ. вузов по дисциплине 'Схемотехника' напр. 'Автоматизация и управление'	Библиотека МИСиС	М.: Горная книга, 2008
Л2.7	Суханова Н. В.	Электроника и схемотехника: практикум	Электронная библиотека	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2020
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Орлова Марина Николаевна, Борзых Ирина Вячеславовна	Микроэлектроника: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.2	Бабичев Юрий Егорович	Электротехника, электроника и схемотехника ЭВМ. Анализ линейных электрических цепей (N 3081): учебно-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Micro-Cap, пакет схемотехнического моделирования	http://www.spectrum-soft.com/download/download.shtm
Э2	Circuit Design Suite объединяет программное обеспечение Multisim и Ultiboard, чтобы предложить полный набор средств для проектирования, симуляции, валидации и компоновки схем	https://www.ni.com/ru-ru/support/downloads/software-products/download.circuit-design-suite.html#305920
Э3	ГОСТ Р 57441-2017 Микросхемы интегральные. Термины, определения и буквенные обозначения электрических параметров	http://docs.cntd.ru/document/1200144929
Э4	ГОСТ Р 55893-2013 Микросхемы интегральные. Основные параметры	http://docs.cntd.ru/document/1200107798/
Э5	ГОСТ Р 54844-2011 Микросхемы интегральные. Основные размеры	http://docs.cntd.ru/document/1200095088/
Э6	ГОСТ 7.32-2017 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления	http://docs.cntd.ru/document/1200157208
Э7	LMS Canvas Курс "Микросхемотехника"	https://lms.misis.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	LMS Canvas
П.2	MS Teams
П.3	MATLAB
П.4	MATCAD

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Micro-Cap версия не менее 9, http://www.spectrum-soft.com/download/download.shtm
И.2	Circuit Design Suite 14.2 Education, https://www.ni.com/ru-ru/support/downloads/software-products/download.circuit-design-suite.html#305920
И.3	Научные журналы и статьи
И.4	http://elibrary.ru/
И.5	https://link.springer.com/
И.6	Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.7	Scopus https://www.scopus.com/
И.8	Elsevier https://www.sciencedirect.com/
И.9	Курс "Микросхемотехника" на платформе LMS Canvas
И.10	https://lms.misis.ru
И.11	Электронная библиотека МИСиС
И.12	http://elibrary.misis.ru/
И.13	Электронная библиотека издательство "Лань"
И.14	https://e.lanbook.co
И.15	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
И.16	https://window.edu.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-504	Лаборатория	характериограф TR-4805; вольтметр В7-138; компьютеры с ПО для проведения лабораторных работ (4 шт.); междисциплинарная лабораторная платформа с комплектом ПО NI ELVIS II+; плата "Аналоговая электроника"(4 шт.); ПК; комплект учебной мебели

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Расчетно-графические работы выполняются с помощью пакета прикладных программ.

Выполнение лабораторных работ связано с использованием электроизмерительных приборов и стендов, являющихся источниками повышенной опасности, так как некоторые элементы их находятся под высоким напряжением. Поэтому к лабораторным работам студенты допускаются только после инструктажа по технике безопасности. Выполнение работ в отсутствие преподавателя запрещается.

Практические и лабораторные занятия проводятся с использованием наглядных пособий, образцов, установок с соответствующим программным обеспечением. Электронные презентации и (или) опорные конспекты теоретических основ дисциплины заранее передаются обучающимся для предварительного ознакомления. Перед проведением практических и лабораторных занятий обучающимся рекомендуется самостоятельно просмотреть теоретический материал по тематике предстоящего занятия. Лабораторные работы проводятся в два этапа: проверка готовности студентов к выполнению работы и проведение всех запланированных экспериментов, защита лабораторных работ.

Образовательная деятельность по дисциплине реализуется с помощью электронной информационно-образовательной среды НИТУ «МИСиС» Canvas, представленной на сайте <https://lms.misis.ru/>. В учебном процессе используются программные базы вуза и автоматизированные средства взаимодействия преподавателя и обучающегося. Электронный контент в Canvas содержит все календарные события курса, навигационные ссылки, тесты, задания, методические рекомендации и электронные материалы.