

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:46

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)

# Цифровая электроника

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 11

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	11 (6.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
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

**Цифровая электроника**

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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-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:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , 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 Диденко Сергей Иванович, к.ф.-м.н., доцент

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов компенсаций в соответствии с учебным планом и формировании знаний в области цифровой электроники
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.39
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Бионаномедицина	
2.1.2	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.1.3	Оптические явления в кристаллах. Часть 1	
2.1.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.8	Современные конструкционные материалы	
2.1.9	Спектроскопические методы анализа поверхности	
2.1.10	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных материалов	
2.1.11	Физико-химия получения и обработки материалов	
2.1.12	Физические свойства и функциональные явления в наноматериалах	
2.1.13	Компьютерная металлография	
2.1.14	Методы физико-химических исследований	
2.1.15	Основы физики поверхности	
2.1.16	Современные методы получения наночастиц и наноматериалов	
2.1.17	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.1.18	Коррозия и защита металлов	
2.1.19	Металловедение инновационных материалов	
2.1.20	Методы исследования материалов	
2.1.21	Механические свойства материалов	
2.1.22	Статистическая физика	
2.1.23	Физика металлов	
2.1.24	Физика полупроводников	
2.1.25	Физические свойства твердых тел	
2.1.26	Методы вычислительной физики	
2.1.27	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.28	Физические свойства кристаллов	
2.1.29	Введение в квантовую механику	
2.1.30	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ПК-2: Способен к поиску и выбору сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ**

**Знать:**

ПК-2-31 теорию электрических цепей
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 методами измерения характеристик электрических цепей

#### 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
	<b>Раздел 1. Введение в цифровую электронику</b>							
1.1	Классификация интегральных микросхем. Пределы развития микросхемотехники /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э3 Э7			
1.2	Классификация и условные обозначения полупроводниковых приборов в схемах /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э3 Э4 Э5 Э7			
1.3	Технология изготовления полупроводниковых интегральных схем /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э3 Э4 Э5 Э7		КМ2	Р1
1.4	Проектирование микросхем цифровой логики на базе пакета прикладных программ /Пр/	11	6	ПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э4 Э7	Компьютерное моделирование электронных схем		
1.5	Тест. Основные понятия, термины и определения /Ср/	11	2	ПК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э3 Э4 Э5 Э7	Проводиться на базе платформы LMS	КМ3	
1.6	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	11	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
	<b>Раздел 2. Элементы цифровых микросхем</b>							
2.1	Транзисторы в интегральных схемах /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
2.2	Диоды в интегральных схемах /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
2.3	Полупроводниковые резисторы, пленочные резисторы, их схемы и устройство /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
2.4	Конденсаторы и индукционные элементы, их схемы и устройство /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
2.5	Исследование быстродействия интегральных микросхем на биполярных транзисторах /Лаб/	11	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э6 Э7			Р2

2.6	Транзисторные ключи /Пр/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7	Решение типовых задач		
2.7	Диодные ключи /Пр/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э7	Решение типовых задач		
2.8	Базовые элементы логических интегральных микросхем /Пр/	11	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7	Анализ схем		
2.9	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	11	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
2.10	Проработка учебно-методического материала для подготовки к лабораторным работам /Ср/	11	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
	<b>Раздел 3. Схемотехника базовых логических элементов</b>							
3.1	Методика схемотехнического проектирования логических элементов /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
3.2	Основные логические операции и функции. Логические элементы и их условные обозначения /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
3.3	Схемотехническая реализация логических функций. Общая классификация логических элементов /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
3.4	Схемотехника базовых логических элементов на основе транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ), эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ), интегральной инжекционной логики (И2Л) на биполярных и униполярных транзисторных структурах /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
3.5	Схемы ТТЛ на многоэмиттерных транзисторах /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
3.6	Схемы элементов на комплементарных МДП-транзисторах /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
3.7	Исследование базовых логических ТТЛ элементов /Лаб/	11	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э6 Э7			Р3

3.8	Домашняя работа. Анализ схемы ТТЛ элемента на биполярных транзисторах и расчет параметров /Ср/	11	14	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э6 Э7	Методические указания по выполнению домашних работ, на кафедре, бумажный и электронный носитель		
3.9	Логические функции и логические элементы /Пр/	11	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7	Решение типовых задач		
3.10	Контрольная работа. Построить схему ТТЛ - элемента с инвертором /Пр/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7		КМ1	
3.11	Проработка учебно-методического материала для подготовки к лабораторным работам /Ср/	11	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
3.12	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	11	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
3.13	Проработка учебно-методического материала для подготовки к контрольной работа /Ср/	11	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
	<b>Раздел 4. Цифровые устройства на базе триггеров</b>							
4.1	Классификация триггеров /Лек/	11	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э3 Э7			
4.2	Схемотехника триггеров. Асинхронные и синхронные триггеры /Лек/	11	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
4.3	Построение схем и исследование работы RS -,JK-,D-триггера /Лаб/	11	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э6 Э7			Р4
4.4	Транзисторный ключ на биполярном транзисторе и статический триггер на его основе /Пр/	11	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э7	Решение типовых задач		
4.5	Требования и параметры, характеризующие триггерные устройства /Пр/	11	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
4.6	Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/	11	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			
4.7	Проработка учебно-методического материала для подготовки к лабораторным работам /Ср/	11	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э7			

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа.	ПК-2-31;ПК-2-У1	<p>Примерный вариант задания на контрольную работу</p> <p>1. Построить схему ТТЛ - элемента с инвертором, по следующим параметрам: <math>E_k=5В</math>, <math>R_1=1,6 кОм</math>, <math>R_2=1 кОм</math>, <math>R_4=1000 Ом</math>, коэффициент усиления всех транзисторов <math>\beta=15</math>. На вход <math>U_{вх1}</math>, подключено напряжение <math>U_{вх1} = U_{1вх}=3,5В</math>. Определите необходимый ток базы для обеспечения насыщения транзистора <math>VT_1</math>, если в режиме насыщения транзисторы имеют напряжения <math>U_{кэ} = 0,2В</math>, <math>U_{кб} = 0,6В</math>, <math>U_{б} = 0,8В</math>. Пороговое напряжение для диода и транзисторов <math>U_{пор} = 0,6В</math>. В активном режиме <math>U_{бэ} = 0,7В</math>, падение напряжения на открытом диоде <math>U_{д} = 0,8В</math>. Расставить направление токов в схеме, для чего в схеме включен резистор <math>R_4</math>. Объяснить принцип работы ТТЛ элемента. Определить, какую логическую функцию реализует этот элемент. Составить таблицу истинности логической функции.</p> <p>2. На каком из входов двухэмиттерного транзистора ТТЛ-схемы действует высокий уровень напряжения. Определите входной ток <math>I_{вх}</math> схемы, если падение напряжения <math>U_{бэ}</math>, <math>U_{бк}</math> на открытом переходе транзисторов равны <math>0,7В</math>. Коэффициент усиления двухэмиттерного <math>0,01</math>, напряжение питания <math>E_k=5В</math>, сопротивление <math>R_1=4 кОм</math>. Как изменится входной ток <math>I_{вх}</math> если на один из входов подать напряжение <math>U_{0вх}=0,2В</math>. Расставить направление токов в схеме, для чего в схеме включен диод. Объяснить принцип работы ТТЛ элемента. Определить, какую логическую функцию реализует этот элемент. Составить таблицу истинности логической функции.</p>

КМ2	Экзамен.	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные характеристики логических элементов</li> <li>2. Классификация ИМС по степени интеграции</li> <li>3. Компоненты интегральных микросхем</li> <li>4. В чем состоит основное преимущество, выполненных на ИС, по сравнению с при-борами, выполненными на дискретных схемах?</li> <li>5. Какими параметрами характеризуется функциональная сложность интегральных схем?</li> <li>6. Компоненты интегральных микросхем</li> <li>7. Основные характеристики логических элементов</li> <li>8. Технологические процесс создания планарно-эпитаксиальных элементов ИМС</li> <li>9. Алгоритм проектирования цифровых схем</li> <li>10. ТТЛ с простым инвертором</li> <li>11. ТТЛ со сложным инвертором</li> <li>12. Принцип действия элементов эмиттерно-связанная логика</li> <li>13. Схемы инверторов на МОП транзисторах</li> <li>14. Схема реализации логического элемента ИЛИ-НЕ</li> <li>15. Схема реализации логического элемента И-НЕ</li> <li>16. Принципы построения КМОП-ветелей</li> <li>17. Принцип действия базового ТТЛ - элемента</li> <li>18. Принцип действия базового КМОП – элемента</li> <li>19. Принцип действия бистабильной ячейки</li> <li>20. Принцип действия RS – триггера</li> <li>21. Принцип действия D – триггер</li> <li>22. Принцип действия JK – триггеры</li> <li>23. Принцип действия элементов резисторно-транзисторной логики</li> <li>24. Принцип действия логических элементов на МОП-транзисторных ключах с резистивной и динамической нагрузкой</li> <li>25. Схемы транзисторных ключей с: общей базой, общим эмиттером, общим коллектором</li> <li>26. Принципиальная схема составного транзисторного ключа</li> <li>27. Много эмиттерный транзистор</li> <li>28. Способы подачи статических логических уровней на входы ТТЛ</li> <li>29. Схема транзистора Шоттки на ИМС</li> <li>30. Принцип работы биполярного ключа с барьером Шоттки</li> <li>31. Двухнаправленный транзисторный ключ</li> <li>32. Статические запоминающие устройства</li> <li>33. Динамические Запоминающие устройства</li> <li>34. Схемы диодного включения транзистора</li> <li>35. Логические элементы на БиКМОП-структурах</li> <li>36. Цифровые устройства на основе триггеров</li> <li>37. Аналоговые ИМС</li> <li>38. Способы задания логических функций. Передаточная характеристика логических элементов.</li> <li>39. Устройство и принцип действия МДП-транзистора на ИМС.</li> <li>40. Методы изоляции элементов ИМС. В чем их достоинства и недостатки?</li> </ol>
-----	----------	-------------------------	--

КМЗ	Тест.	ПК-2-31	<p>1. Классификация интегральных микросхем</p> <p>2. Пассивные компоненты интегральных микросхем, схемы их реализации</p> <p>3. Схемы реализации и основные характеристики логических элементов на биполярных транзисторах</p> <p>4. Схема реализации логического элемента 2И-НЕ на биполярных транзисторах</p> <p>5. Технологические процесс создания планарно-эпитаксиальных элементов ИМС</p> <p>6. Логические элементы на БикМОП-структурах, схемы реализации и таблицы истинности</p> <p>7. ТТЛ с простым инвертором</p> <p>8. Схемы диодного включения транзистора, их реализация в ТТЛ схемах</p> <p>9. Схема реализации логического элемента 2И-НЕ на полевых транзисторах</p> <p>10. ТТЛ со сложным инвертором</p> <p>11. Эмиттерно-связанная логика, принцип работы, параметры и реализация в ИМС</p> <p>12. Схемы инверторов на МОП транзисторах, параметры и реализация в ИМС</p> <p>13. Схемы инверторов на МОП транзисторах, принцип работы и основные параметры</p> <p>14. Схема реализации логического элемента 2ИЛИ-НЕ на биполярных транзисторах</p> <p>15. Схема реализации логического элемента И-НЕ на полевых транзисторах</p> <p>16. Схема транзистора Шоттки на ИМС, принцип работы и основных параметры</p> <p>17. Схема реализации логического элемента 2И-НЕ на полевых транзисторах</p> <p>18. Принципы построения КМОП-вентелей и схема их реализации</p> <p>19. Принцип действия базового ТТЛ – элемента на биполярных и полевых транзисторах, сравнение преимуществ</p> <p>20. Способы подачи статических логических уровней на входы ТТЛ, функция логического перепада</p> <p>Примерный вариант задания на тестовую работу. Микросхемотехника, основные понятия, термины и определения</p> <p>1. Что такое «Интегральная микросхема (ИС)» (микросхема)?</p> <p>а) Микроэлектронное изделие, рассматриваемое как единое конструктивное целое.</p> <p>б) Электронное изделие, имеющее высокую степень упаковки электрически соединенных элементов.</p> <p>в) Микроэлектронное изделие, имеющее высокую степень упаковки электрически соединенных элементов и рассматриваемое как единое конструктивное целое.</p> <p>2. Микросхемотехника это?</p> <p>а) Область электроники, связанная с созданием приборов и устройств изготавливаемых с применением групповой (интегральной) технологии.</p> <p>б) Наука о применении приборов и устройств в микроминиатюрном исполнении, изготавливаемых с применением групповой (интегральной) технологии.</p> <p>в) Область электроники, связанная с созданием и применением приборов и устройств в микроминиатюрном исполнении, изготавливаемых с применением групповой (интегральной) технологии.</p> <p>3. Операция логического «1» соответствует:</p> <p>а) напряжению низкого уровня</p> <p>б) напряжению высокого уровня</p> <p>в) напряжению низкого и высокого уровня на выходе</p> <p>4. Каким из ниже перечисленных параметров характеризуется сложность интегральных схем?</p> <p>а) функциональная универсальность.</p> <p>б) технология изготовления.</p> <p>в) степень интеграции.</p>
-----	-------	---------	--

			5. На какие два класса подразделяются интегральные схемы в зависимости от вида обрабатываемых сигналов? а) большой и малой степени интеграции. б) низко и высоковольтные. в) цифровые и аналоговые.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашняя работа.	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Анализ схемы ТТЛ элемента на биполярных транзисторах и расчет параметров 1. Обозначить элементы схемы. 2. По справочнику выбрать транзисторы, диоды для выполнения работы схемы в соответствии с индивидуальным вариантом. 3. Рассчитать напряжения на выходе схемы. 4. Объяснить назначение диодов, транзисторов в схеме. 5. Определить, какую логическую функцию реализует схема. 6. Составить таблицу истинности, запишите аналитическую формулу для логической функции. 7. Составить топологию (вид в разрезе, вид сверху с металлизацией), отметить рабочие переходы, закрытые области.
P2	Лабораторная работа 1.	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Исследование быстродействия интегральных микросхем на биполярных транзисторах 1. Объясните работу и устройство ТТЛ элемента. 2. Каковы основные статические параметры ТТЛ ИС? 3. Каковы основные динамические параметры ТТЛ ИС? 4. Чем объясняется задержка включения транзисторного ключа? 5. Чем определяется длительность фронта выходного импульса ключа? 6. Чем определяется время задержки выключения ключа? 7. Чем определяется длительность среза выходного импульса ключа? 8. Как связано быстродействие ключа и потребляемая им мощность от источника питания? 9. Объясните принцип измерения динамических параметров логических ИМС. 10. Как и почему измеряется вид осциллограмм импульса при подключении к выходу элемента емкости нагрузки?
P3	Лабораторная работа 2.	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Исследование базовых логических ТТЛ элементов 1. Что называется логическим элементом и логической операцией? 2. Назовите элементарные логические операции, представляющие собой систему минимального базиса. 3. С помощью каких электронных приборов конструируются логические элементы? 4. Какие уровни напряжений соответствуют сигналам логической единицы и логического нуля для ТТЛ - элементов с положительной логикой? 5. Что означает термин "положительная логика"? 6. Что означает термин "отрицательная логика"? 7. Дайте характеристику ДТЛ-, РТЛ-, РЕТЛ-, ТТЛ-, ЭСЛ-, И2Л-элементам. 8. Объясните принцип действия базового ТТЛ - элемента. 9. Перечислите способы задания логических функций. 10. Как по передаточной характеристике определить значения напряжений, соответствующих логической единице и логическому нулю?

P4	Лабораторная работа 3.	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-31	Построение схем и исследование работы RS-,JK-,D-триггера 1. Опишите основные разновидности интегральных триггеров. В чем их основные назначения? 2. Принцип работы бистабильной ячейки. 3. Принцип работы RS-триггера. 4. Изобразите схему RS-триггера на элементах «ИЛИ». 5. Принцип работы D-триггера. 6. Принцип работы T-триггера. 7. Принцип работы JK-триггера. Почему JK - триггеры считаются универсальными? 8. Схема и принцип работы цифровых счетчиков на основе цифровых триггеров. 9. В чем основной недостаток T, D, RS – триггеров? 10. Как осуществляется установка состояния триггера? Существуют ли ограничения на комбинации сигналов установки?
P5	Тест.	ПК-2-31	Основные понятия, термины и определения

### 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	Палий А. В., Саенко А. В., Замков Е. Т.	Схемотехника электронных средств: учебное пособие	Электронная библиотека	Таганрог: Южный федеральный университет, 2016

#### 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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Орлова Марина Николаевна, Борзых Ирина Вячеславовна	Схемотехника (N 2295): курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

### 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

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

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

## 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
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.

### 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.