

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 31.08.2023 11:06:19

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

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 3 (2.1) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | 19      |     |       |     |
| Неделя                                    | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Вид занятий                               | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17      | 17  | 17    | 17  |
| Лабораторные                              | 17      | 17  | 17    | 17  |
| Практические                              | 17      | 17  | 17    | 17  |
| Итого ауд.                                | 51      | 51  | 51    | 51  |
| Контактная работа                         | 51      | 51  | 51    | 51  |
| Сам. работа                               | 57      | 57  | 57    | 57  |
| Часы на контроль                          | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 144     | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

*ктн, доцент, Орлова Марина Николаевна*

Рабочая программа

**Микросхемотехника**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ, 22.04.01-ММТМ-23-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра ШЭ и ФШ**

Протокол от 21.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Диденко Сергей Иванович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Целью освоения дисциплины является формирование у студентов компетенций в соответствии с учебным планом материаловедение функциональных материалов нанoeлектроники, 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.05 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Дифракционные методы исследования неупорядоченных структур  |            |
| 2.1.2      | Кристаллы в квантовой электронике   |            |
| 2.1.3      | Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов  |            |
| 2.1.4      | Оптические элементы лазерных систем   |            |
| 2.1.5      | Оптические явления в кристаллах. Часть 1  |            |
| 2.1.6      | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.1.7      | Спектроскопические методы анализа поверхности   |            |
| 2.1.8      | Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники   |            |
| 2.1.9      | Рост кристаллов   |            |
| 2.1.10     | Технология получения кристаллов   |            |
| 2.1.11     | Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований   |            |
| 2.1.12     | 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      | Методы исследования материалов  |            |
| 2.2.2      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.3      | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы   |            |

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

|  |  |
|--|--|
| <b>ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов, устройств и технологических процессов для создания функциональных материалов, структур и устройств микро- и нанoeлектроники, квантовой фотоники с заданными свойствами и характеристиками</b>                               |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| ПК-3-31 структуру и устройство изделий микро- и нанoeлектроники  |  |
| <b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</b>  |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| ПК-2-31 теорию планирования эксперимента и обработки данных  |  |
| <b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b> |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| ОПК-4-31 информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности  |  |
| <b>ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов, устройств и технологических процессов для создания функциональных материалов, структур и устройств микро- и нанoeлектроники, квантовой фотоники с заданными свойствами и характеристиками</b>                               |  |
| <b>Уметь:</b>  |  |
| ПК-3-У1 осуществлять и обосновывать рациональный выбор устройств и технологических процессов для создания устройств микро- и нанoeлектроники с заданными свойствами и характеристиками   |  |
| <b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</b>  |  |
| <b>Уметь:</b>  |  |
| ПК-2-У1 анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям   |  |

|  |
|--|
| <b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b> |
| <b>Уметь:</b>  |
| ОПК-4-У1 осуществлять моделирование для решения задач в профессиональной области и разработки новых методов схемотехнического проектирования изделий электронной техники   |
| <b>ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов, устройств и технологических процессов для создания функциональных материалов, структур и устройств микро- и нанoeлектроники, квантовой фотоники с заданными свойствами и характеристиками</b>                               |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-3-В1 программными средствами компьютерного моделирования устройств микро- и нанoeлектроники с заданными свойствами и характеристиками   |
| <b>ПК-2: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</b>  |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-2-В1 методами экспериментальной работы по измерению характеристик электрических цепей   |
| <b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b> |
| <b>Владеть:</b>  |
| ОПК-4-В1 основами проектирования электронной компонентной базы   |

#### 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 микросхемотехнику</b>  |                |       |  |   |   |     |                    |
| 1.1         | Классификация интегральных микросхем. Пределы развития микросхемотехники /Лек/   | 3              | 1     | ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-4-31                   | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э3 Э7       |   |     |                    |
| 1.2         | Классификация и условные обозначения полупроводниковых приборов в схемах /Лек/   | 3              | 1     | ПК-3-31 ОПК-4-31                           | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э3 Э4 Э5 Э7 |   |     |                    |
| 1.3         | Технология изготовления полупроводниковых интегральных схем /Лек/  | 3              | 1     | ПК-3-31 ПК-3-У1 ОПК-4-В1                   | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э3 Э4 Э5 Э7 |   | КМ2 | Р1                 |
| 1.4         | Проектирование электронных схем реализованных на дискретных элементах, электрических схем, а также функционирования отдельных блоков изделий электронной техники на базе пакета прикладных программ /Пр/ | 3              | 3     | ПК-2-В1 ПК-3-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э4 Э7 | Компьютерное моделирование электронных схем                       | КМ1 |                    |
| 1.5         | Тест. Микросхемотехника, основные понятия, термины и определения /Ср/  | 3              | 2     | ПК-2-У1 ПК-3-У1                            | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э3 Э4 Э5 Э7 | Проводиться на базе платформы LMS Canvas Курс "Микросхемотехника" | КМ3 | Р5                 |

|  |  |   |   |  |   |                       |  |    |
|--|--|---|---|--|---|-----------------------|--|----|
| 1.6  | Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/          | 3 | 6 | ПК-2-31 ПК-3-31 ПК-3-У1<br>ОПК-4-31        | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 |                       |  |    |
| <b>Раздел 2. Элементы микросхем</b>                        |  |   |   |  |   |                       |  |    |
| 2.1  | Транзисторы в интегральных схемах /Лек/  | 3 | 1 | ПК-3-31 ОПК-4-31                           | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      |                       |  |    |
| 2.2  | Диоды в интегральных схемах /Лек/  | 3 | 1 | ПК-3-31 ОПК-4-31                           | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      |                       |  |    |
| 2.3  | Полупроводниковые резисторы, пленочные резисторы, их схемы и устройство /Лек/                  | 3 | 1 | ПК-3-31 ОПК-4-31                           | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      |                       |  |    |
| 2.4  | Конденсаторы и индукционные элементы, их схемы и устройство /Лек/                              | 3 | 1 | ПК-3-31 ОПК-4-31                           | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      |                       |  |    |
| 2.5  | Исследование быстродействия интегральных микросхем на биполярных транзисторах /Лаб/            | 3 | 6 | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-3-У1 ПК-3-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э6 Э7         |                       |  | Р2 |
| 2.6  | Транзисторные ключи /Пр/   | 3 | 2 | ПК-3-31 ОПК-4-31                           | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      | Решение типовых задач |  |    |
| 2.7  | Диодные ключи /Пр/   | 3 | 2 | ПК-3-31 ОПК-4-31                           | Л1.1<br>Л1.2Л2.2<br>Э7                              | Решение типовых задач |  |    |
| 2.8  | Базовые элементы логических интегральных микросхем /Пр/  | 3 | 2 | ПК-3-31 ОПК-4-31                           | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      | Анализ схем           |  |    |
| 2.9  | Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/          | 3 | 6 | ПК-2-31 ПК-3-У1                            | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      |                       |  |    |
| 2.10   | Проработка учебно-методического материала для подготовки к лабораторным работам /Ср/           | 3 | 4 | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-У1                    | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      |                       |  |    |
| <b>Раздел 3. Схемотехника базовых логических элементов</b> |  |   |   |  |   |                       |  |    |
| 3.1  | Методика схемотехнического проектирования логических элементов /Лек/                           | 3 | 1 | ПК-3-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1                  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      |                       |  |    |
| 3.2  | Основные логические операции и функции. Логические элементы и их условные обозначения /Лек/    | 3 | 1 | ПК-3-31                                    | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7                      |                       |  |    |
| 3.3  | Схемотехническая реализация логических функций. Общая классификация логических элементов /Лек/ | 3 | 1 | ПК-3-31 ОПК-4-В1                           | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>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/ | 3 | 2  | ОПК-4-У1   | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7              |   |     |    |
| 3.5  | Схемы ТТЛ на многоэмиттерных транзисторах /Лек/  | 3 | 1  | ПК-3-31 ОПК-4-31                                     | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7              |   |     |    |
| 3.6  | Схемы элементов на комплементарных МДП-транзисторах /Лек/  | 3 | 1  | ПК-3-31 ОПК-4-31                                     | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7              |   |     |    |
| 3.7  | Исследование базовых логических ТТЛ элементов /Лаб/  | 3 | 6  | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-3-У1                   | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э6 Э7 |   |     | Р3 |
| 3.8  | Домашняя работа. Анализ схемы ТТЛ элемента на биполярных транзисторах и расчет параметров /Ср/   | 3 | 14 | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-У1<br>ПК-3-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э6 Э7     | Методические указания по выполнению домашних работ, на кафедре, бумажный и электронный носитель |     |    |
| 3.9  | Логические функции и логические элементы /Пр/  | 3 | 2  | ПК-3-31 ОПК-4-31                                     | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7              | Решение типовых задач   |     |    |
| 3.10 | Контрольная работа. Построить схему ТТЛ - элемента с инвертором /Пр/   | 3 | 2  | ПК-3-У1 ОПК-4-31                                     | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7              |   | КМ1 |    |
| 3.11 | Проработка учебно-методического материала для подготовки к лабораторным работам /Ср/   | 3 | 4  | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-У1                              | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7              |   |     |    |
| 3.12 | Проработка учебно-методического материала для подготовки к практическим занятиям /Ср/  | 3 | 6  | ПК-2-31 ПК-3-У1                                      | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7              |   |     |    |
| 3.13 | Проработка учебно-методического материала для подготовки к контрольной работа /Ср/   | 3 | 5  | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-3-У1                              | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э7              |   |     |    |
|      | <b>Раздел 4. Цифровые устройства на базе триггеров</b>   |   |    |  |   |   |     |    |
| 4.1  | Классификация триггеров /Лек/  | 3 | 1  | ПК-3-31  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э3 Э7           |   |     |    |

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

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

|    |                        |  |  |
|----|------------------------|--|--|
| P4 | Лабораторная работа 3. | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ОПК-4-В1 | Построение схем и исследование работы RS-,JK-,D-триггера<br>1. Опишите основные разновидности интегральных триггеров. В чем их основные назначения?<br>2. Принцип работы бистабильной ячейки.<br>3. Принцип работы RS-триггера.<br>4. Изобразите схему RS-триггера на элементах «ИЛИ».<br>5. Принцип работы D-триггера.<br>6. Принцип работы T-триггера.<br>7. Принцип работы JK-триггера. Почему JK - триггеры считаются универсальными?<br>8. Схема и принцип работы цифровых счетчиков на основе цифровых триггеров.<br>9. В чем основной недостаток T, D, RS – триггеров?<br>10. Как осуществляется установка состояния триггера?<br>Существуют ли ограничения на комбинации сигналов установки? |
| P5 | Тест.                  | ОПК-4-31;ПК-3-31;ПК-3-У1   | Микросхемотехника, 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 В. Н., Леготин С. А., Орлова М. Н., Мельников А. Л. | Микросхемотехника: курс лекций     | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2011 |
| Л2.2 | Орлова М. Н., Борзых И. В.                                  | Схемотехника (N 2295): курс лекций | Электронная библиотека | М.: [МИСиС], 2016      |

#### 6.1.3. Методические разработки

|  | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|--|---------------------|----------|------------|-------------------|
|--|---------------------|----------|------------|-------------------|

|      |                                |                                     |                        |                        |
|------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|
|      | Авторы, составители            | Заглавие                            | Библиотека             | Издательство, год      |
| ЛЗ.1 | Орлова М. Н.,<br>Борzych И. В. | Микроэлектроника: лаб.<br>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<br>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<br>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<br>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.