

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.09.2023 14:55:33  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.Г.Игнатова  
«14» декабря 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Схемо- и системотехника электронных средств»

Направление подготовки 11.03.03- «Конструирование и технология электронных средств»

Направленность (профиль) – «Изделия микросистемной техники», «Роботизированные устройства и системы»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
<b>ОПК-1</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<b>ОПК-1.СиСЭС</b> Способен решать схемотехнические задачи проектирования электронных приборов и схем	<b>Знания</b> принципов конструирования электронных приборов и базовых схемотехнических решений <b>Умения</b> проводить оценочные расчеты параметров схем в соответствии с техническим заданием <b>Опыт</b> владения навыками экспериментального исследования и моделирования схем с использованием средств САПР

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в базовую часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, изучается на 3 курсе, в 5 семестре (очная форма обучения).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: математика, физика, дискретная математика, электротехника. Для успешного усвоения дисциплины наиболее важными являются следующие разделы этих дисциплин: решение систем уравнений (математика), вольтамперные характеристики компонентов схем (физика), булева алгебра (дискретная математика), применение законов Кирхгофа и Ома для расчета электрических схем (электротехника).

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	5	4	144	32	16	16	44	Экз(36)

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Классификация схем и определение основных характеристик и параметров	6	-	4	4	Тест 1
					Выполнение и защита лабораторной работы 1
2. Преобразование цифровых сигналов	4	2	-	4	Контрольное задание 1
					Тест 1
3. Пассивные и активные элементы электронных схем	6	4	-	8	Контрольное задание 2,3
					Тест 1
					Тест 1
4. Базовые цифровые элементы (ЛЭ) на биполярных транзисторах	6	6	8	16	Контрольное задание 4,5
					Тест 1
					Выполнение и защита лабораторных работ 1-3
5. Базовые цифровые элементы на МОП-транзисторах	10	4	4	12	Контрольное задание 6. Контроль практического задания
					Выполнение и защита лабораторной работа 4

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Классификация электронных схем по технологии изготовления, схемотехнической реализации и функциональному назначению. Этапы проектирования ЭС.
	2	2	Функциональные, измеряемые, режимные и технико-экономические параметры ЭС.
	3	2	Статические и динамические характеристики схем. Методика определения параметров.

2	4	2	Алгебра логики. Основные логические операции. Формы представления логических функций и их реализация на базе элементов И-НЕ, ИЛИ-НЕ, НЕ.
	5	2	Системное проектирование. Синтез цифровых комбинационных схем, таблицы состояний и переходов. Методы оптимизации логических выражений. Средства автоматизации логического проектирования и моделирования.
3	6	2	Стандартный маршрут изготовления биполярных схем. Формирование активных элементов. Эквивалентные схемы и уравнения вольт-амперных характеристик диода, n-p-n и p-n-p транзисторов.
	7	2	Способы реализации пассивных элементов: резисторов и конденсаторов. Эквивалентные схемы и уравнения вольт-амперных характеристик этих элементов.
	8	2	Маршрут изготовления полевых транзисторов с поликремниевым затвором. Классификация полевых транзисторов. Эквивалентные схемы и уравнения вольт-амперных характеристик полевых транзисторов.
4	9	2	Принцип работы и характеристики резистивно-транзисторного логического элемента (РТЛ). Влияние нагрузки на статические характеристики и параметры ЛЭ.
	10	2	Быстродействующий эмиттерно-связанный логический элемент (ЭСЛ). Принцип работы и характеристики. Расширенные функциональные возможности многоярусного ЭСЛ элемента.
	11	2	Транзисторно-транзисторные (ТТЛ) логические элементы с простым и сложным выходным каскадом. Принцип работы и характеристики. Особенности многоэмиттерного транзистора. Нагрузочная способность ЛЭ. Влияние нагрузки на статические характеристики и параметры ЛЭ.
5	12	2	Классификация логических вентилях. Расчет передаточных характеристик МОП-инвертора с нелинейной нагрузкой. Определение основных параметров.
	13	2	Расчет передаточных характеристик МОП-инвертора с квазилинейной и токостабилизирующей нагрузкой. Определение основных параметров.
	14	2	Расчет передаточных характеристик КМОП инвертора. Определение основных параметров. Переходные характеристики логических элементов на МОП-транзисторах.
	15	2	Логические элементы 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ на n-МОП и КМОП-транзисторах. Расчет эквивалентной крутизны группы МОП транзисторов.
	16	2	Расщепление передаточной характеристики элемента ИЛИ-НЕ. Влияние параметров компонентов на характеристики логических элементов.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
2	1	2	Преобразование логических функций. Упрощение алгебраических выражений логических функций с помощью карты Карно.
3	2	2	Биполярные транзисторы. Эквивалентные схемы Эберса-Молла-р-n и p-n-p транзисторов. Уравнения ВАХ. Режимы работы.
	3	2	Полевые транзисторы. Разновидности. Режимы работы. Расчет ВАХ n-МОП транзистора в различных режимах работы.
4	4	2	Аппроксимация вольт-амперной характеристики диода. Расчет электрической схемы на биполярных транзисторах по постоянному току.

	5	2	Расчет параметров ЭСЛ элемента.
	6	2	Влияние нагрузки на напряжение логических уровней ДТЛ и ТТЛ-элементов.
5	7	2	Расчет эквивалентной крутизны в логических элементах на МОП-транзисторах..
	8	2	Схемотехническое проектирование логических схем в базисе КМОП.

#### 4.3.Лабораторныеработы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Исследование статических характеристик цифровых интегральных схем и методики определения их параметров.
4	2	4	Исследование статических характеристик ЭСЛ.
	3	4	Исследование статических характеристик ТТЛ.
5	4	4	Исследование статических и переходных характеристик логических схем на МДП-транзисторах.

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Работа с учебной литературой, конспектами лекций.
		Подготовка к лабораторной работе 1.
2	4	Работа с учебной литературой, конспектами лекций.
		Подготовка к семинару. Контрольная работа 1.
3	8	Работа с учебной литературой, конспектами лекций.
		Подготовка к семинару. Контрольная работа 2.
4	16	Работа с учебной литературой, конспектами лекций. Подготовка к тесту 1 рубежного контроля.
		Подготовка к семинарам. Контрольные работы 3, 4, 5.
		Подготовка к лабораторным работам 2,3.
5	12	Работа с учебной литературой, конспектами лекций.
		Подготовка к семинару. Контрольная работа 6. Выполнение практического задания
		Подготовка к лабораторной работе 4.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены*

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Схемо- и системотехника электронных средств».

### **Модуль 1 «Классификация схем и определение основных характеристик и параметров»**

- ✓ Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем: Глава 1. Основы микросхемотехники ИС; Глава 3. Основные параметры и характеристики ЦИС в рамках подготовки к рубежному контролю.
- ✓ Материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ содержатся в электронном ресурсе «Лабораторный практикум по «Схемо- и системотехника электронных средств. Модуль 1».

### **Модуль 2 «Преобразование логических сигналов»**

- ✓ Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем (Глава 2. Основы цифровой техники) в рамках подготовки к рубежному контролю.
- ✓ Материалы для выполнения заданий практических занятий содержатся в электронном ресурсе «Методическое пособие для практических (семинарских) занятий по дисциплине «Схемо- и системотехника электронных средств. Модуль 2».

### **Модуль 3 «Пассивные и активные элементы интегральных схем»**

- ✓ Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем: Глава 4. Элементная база на биполярных транзисторах; Глава 5. Диоды в интегральных схемах; Глава 6. Пассивные элементы ИС; Глава 8. Полевые транзисторы в рамках подготовки к рубежному контролю.
- ✓ Материалы для выполнения заданий практических занятий содержатся в электронном ресурсе «Методическое пособие для практических (семинарских) занятий по дисциплине «Схемо- и системотехника электронных средств. Модуль 3».

### **Модуль 4 «Базовые логические элементы (ЛЭ) на биполярных транзисторах»**

- ✓ Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем: Глава 7. Элементная база статических ЦИС на биполярных транзисторах в рамках подготовки к рубежному контролю.
- ✓ Материалы для выполнения заданий практических занятий содержатся в электронном ресурсе «Методическое пособие для практических (семинарских) занятий по дисциплине «Схемо- и системотехника электронных средств. Модуль 4».
- ✓ Материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ содержатся в электронном ресурсе «Лабораторный практикум по «Схемо- и системотехника электронных средств. Модуль 4».

### **Модуль 5 «Базовые цифровые элементы интегральных схем на МОП-транзисторах»**

- ✓ Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем :Глава 9. Элементная база на полевых транзисторах в рамках подготовки к рубежному контролю.

- ✓ Материалы для выполнения заданий практических занятий содержатся в электронном ресурсе «Методическое пособие для практических (семинарских) занятий по дисциплине «Схемо- и системотехника электронных средств. Модуль 5».
- ✓ Материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ содержатся в электронном ресурсе «Лабораторный практикум по «Схемо- и системотехника электронных средств. Модуль 5».

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Миндеева А.А. Микросхемотехника : Учеб. пособие /; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - 2-е изд. - М. : МИЭТ, 2016. - 188 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0850-2
2. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И.; Аналоговая и цифровая электроника. Полный курс : Учебник для вузов / Под ред. О.П. Глудкина. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 768 с. - ISBN 5-93517-002-7
3. Трубочкина Н. К. Нанoeлектроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / Н. К. Трубочкина. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 281 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7735-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433848> (дата обращения: 12.03.2021)
4. Новожилов О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 382 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03513-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434561> (дата обращения: 12.03.2021)
5. Новожилов О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2 : учебник для академического бакалавриата / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 421 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03515-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434562> (дата обращения: 12.03.2021)

### **Периодические издания**

1. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - . - ISSN 1561 - 5405
2. Радиотехника и электроника / РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1956 - . - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7980> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
3. Микроэлектроника / РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1972 - . - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7900> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. - ISSN 0544-1269

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : электронно-библиотечная система. - Санкт-Петербург, 2011 - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
2. ЭБС Юрайт: [biblio-online.ru](https://www.biblio-online.ru/): образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://www.biblio-online.ru/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
4. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 30.10.2020). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
5. IEEE/IET ElectronicLibrary (IEL) = IEEE Xplore : электронная библиотека. - USA ; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина может быть реализована в трёх вариантах обучения: в традиционном, дистанционном и смешанном.

При дистанционном обучении лекционные занятия проводятся в онлайн режиме по Skype/Zoom, записи которых доступны для студентов через ссылку в системе ОРИОКС. Лабораторные занятия проводятся посредством удаленного выполнения задания совместно с онлайн взаимодействием в Skype/Zoom. Защита выполненных работ осуществляется путем демонстрации экрана рабочего места с помощью функции в Skype/Zoom.

Смешанное обучение основано на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, часть учебных занятий проходит с использованием взаимодействия студентов и преподавателя в электронной образовательной среде.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы (<http://orioks.miet.ru>): электронные версии лекций, лабораторных и практических заданий и другие.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта преподавателя, Skype, Google диск и др.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Проектор или широкоформатный ТВ	Windows, MicrosoftOffice, браузер
Учебная лаборатория микросхемотехники ауд. № 4234	Вольтметр В7-21 Вольтметр универ.В7-27А/1 Осциллограф С1-83 Осциллограф С1-93	Не требуется
Компьютерный класс	Компьютерная техника	CadenceSoftware, OCLINUX, ПО Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Операционная система Windows, MicrosoftOffice, браузер

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции **ОПК-1.СиСЭС** «Способен решать схемотехнические задачи проектирования электронных приборов и схем»

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

- посетить лекции по предмету;
- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- выполнить контрольные задания и практическое задание
- принять участие в дискуссиях во время лекций и практических занятий.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным и практическим занятиям, лабораторным работам, использование

литературы с целью более глубокого освоения изучаемой темы, участия в дискуссиях и выполнения теста.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде экзамена.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система (НБС).

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 60 баллов), и сдача экзамена (максимум 40 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

#### **Разработчик:**

Доцент кафедры ИЭМС, доцент А.А. Миндеева /А.А. Миндеева/

Рабочая программа дисциплины «Схемо- и системотехника электронных средств» по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», направленностей (профилей) «Изделия микросистемной техники», «Роботизированные устройства и системы», разработана на кафедре ИЭМС и утверждена на заседании кафедры 26.11. 2020 года, протокол № 5

Заведующий кафедрой ИЭМС  /Ю.А. Чаплыгин/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с институтом НМСТ

Директор института НМСТ  /С.П. Тимошенко/

Рабочая программа согласована с центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК  /И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  /Т.П. Филиппова/