

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложно-функциональных блоков»**

Обобщенная трудовая функция: А – «Разработка принципиальных электрических схем отдельных аналоговых блоков и всего аналогового СФ-блока»

Трудовая функция: А/03.6 – «Разработка первичного варианта схмотехнического описания отдельных аналоговых блоков»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-1.ИС Способен строить и использовать эквивалентные модели приборов, при расчете схем элементного базиса электроники и использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Использование эквивалентных моделей интегральных элементов, схем элементного базиса для построения цифровых и аналоговых блоков и определения основных параметров. Расчет базовых элементов и исследование характеристик с помощью САПР.	Знания эквивалентных моделей интегральных элементов, схмотехнических решений базовых элементов на биполярных и полевых транзисторах. Умения проводить оценочные расчеты параметров транзисторов в базовых элементах в соответствии с техническим заданием и принципами проектирования Опыт проектирования комбинационных схем и их исследования с использованием средств САПР

Компетенция ПК-3 «Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложно-функциональных блоков»**

Обобщенная трудовая функция: В – «Моделирование, анализ и верификация результатов моделирования разработанных принципиальных схем аналоговых блоков и СФ-блока»

Трудовая функция: В/02.6 – «Анализ и верификация результатов моделирования отдельных аналоговых блоков, выработка решения об уточнении первичного схмотехнического описания»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-3.ИС Способен выполнять расчет и проектирование схем элементного базиса электроники и использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Расчет и компьютерное моделирование базовых элементов, исследование характеристик с помощью САПР.	Знания схемотехнических решений базовых элементов на биполярных и полевых транзисторах. Умения проводить расчеты параметров базовых элементов в соответствии с техническим заданием и принципами проектирования Опыт проектирования комбинационных схем и их исследования с использованием средств САПР

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, изучается на 3 курсе 6-го семестра бакалавриата (очная форма обучения).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Линейная алгебра», «Дискретная математика», «Физика полупроводниковых приборов», «Разработка САПР».

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	6	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, основные параметры и характеристики схем.	4	2	-	10	Написание теста №1
					Сдача контрольного задания №1
					Сдача индивидуального задания по материалам модуля 1.
					Защита реферата.
2. Проектирование библиотечных элементов и базовых функциональных блоков ИС на биполярных транзисторах	12	2	4	15	Сдача контрольного задания №2
					Защита лабораторной работы №1.
					Написание теста №2
					Сдача индивидуального задания по материалам модуля 2
3. Проектирование библиотечных элементов и базовых функциональных блоков ИС на МОП транзисторах	16	12	12	15	Выполнение контрольных заданий 3,4,5
					Защита лабораторных работ 2, 3, 4.
					Выполнение индивидуального задания.
1,2,3	-	-	-	4	Сдача практико-ориентированного задания

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. Алгебра логики. Основные логические операции.

			Формы представления логических функций и их реализация на базе элементов И-НЕ, ИЛИ-НЕ, НЕ. Синтез цифровых комбинационных схем, таблицы состояний и переходов. Методы оптимизации логических выражений. Средства автоматизации логического проектирования и моделирования.
	2	2	Функциональные, измеряемые, режимные и технико-экономические параметры ЭС. Статические и динамические характеристики схем. Методика определения параметров.
2	3	2	Стандартный маршрут изготовления биполярных схем. Формирование активных элементов. Эквивалентные схемы и уравнения вольтамперных характеристик диода, n-p-n и p-n-p транзисторов.
	4	2	Эквивалентные модели Эберса-Молла и Гуммеля-Пуна. Режимы работы и уравнения вольтамперных характеристик. Основные параметры.
	5	2	Эквивалентные схемы и уравнения вольтамперных характеристик интегральных диодов. Способы реализации пассивных элементов: резисторов и конденсаторов. Эквивалентные схемы и уравнения вольтамперных характеристик этих элементов.
	6	2	Принцип работы и характеристики резистивно-транзисторного логического элемента (РТЛ). Влияние нагрузки на статические характеристики и параметры ЛЭ.
	7	2	Быстродействующий эмиттерно-связанный логический элемент (ЭСЛ). Принцип работы и характеристики. Расширенные функциональные возможности многоярусного ЭСЛ элемента.
	8	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.
	9	2	Классификация полевых транзисторов. Основные параметры и характеристики МОП транзисторов. Эквивалентные схемы и уравнения вольтамперных характеристик полевых транзисторов.
	10	2	Маршрут изготовления полевых транзисторов с поликремниевым затвором.
	11	2	Классификация логических вентилях. Расчет передаточной характеристики МОП-инвертора с нелинейной нагрузкой. Определение основных параметров.
3	12	2	Расчет передаточных характеристик МОП-инвертора с квазилинейной и токостабилизирующей нагрузкой. Определение основных параметров.
	13	2	Расчет передаточных характеристик КМОП инвертора. Определение основных параметров. Переходные характеристики логических элементов на МОП-транзисторах.
	14	2	Логические элементы 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ на n-МОП и КМОП-транзисторах. Расчет эквивалентной крутизны группы МОП транзисторов.
	15	2	Расщепление передаточной характеристики элемента ИЛИ-НЕ. Влияние

			параметров интегральных элементов на характеристики логических вентилях.
	16	2	Проектирование комбинационных схем на МОП транзисторах.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Активные и пассивные элементы СБИС. Диоды, биполярные транзисторы, модели и параметры.
2	2	2	Разновидности биполярных транзисторов (БТ). Модели Эберса-Молла и Гуммеля-Пуна БТ. Схемы включения, режимы работы, ВАХ БТ.
3	3	2	МДП транзисторы, виды и характеристики. Схемы включения, режимы работы, параметры. КМОП инвертор, передаточная характеристика, динамические характеристики.
	4	2	Различные способы создания МОП базовых элементов на примере n-МОП и КМОП базисов. Достоинства и недостатки базисов.
	5	2	Разработка сложных логических вентилях в КМОП базисе. Функциональная интеграция.
	6	2	Структура КМОП логических элементов И-НЕ, ИЛИ-НЕ, характеристики и параметры.
	7	2	Расчет быстродействия и потребляемой мощности КМОП элементов. Энергетические характеристики КМОП элементов.
	8	2	Современная элементная база на основе модификации КМОП схемотехники.

4.3. Лабораторные занятия

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Моделирование характеристик биполярных транзисторов. Моделирование и исследование характеристик ТТЛ-вентилей.
2	2	4	Моделирование и исследование характеристик МОП транзисторов, передаточных и динамических характеристик КМОП инверторов.
3	3	4	Моделирование и исследование характеристик КМОП логических вентилях И-НЕ, ИЛИ-НЕ, оптимизация их параметров.
	4	4	Исследование энергетических характеристик КМОП элементов,

		оптимизация их параметров.
--	--	----------------------------

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	4	Работа с учебной литературой, конспектами лекций. Отчет по индивидуальному заданию по подготовке реферата.
	6	Подготовка к семинару 1.
		Подготовка к контрольной работе 1
2	4	Работа с учебной литературой, конспектами лекций. Отчет по индивидуальному заданию.
	8	Подготовка к семинару 2.
		Подготовка к контрольной работе 2.
	3	Подготовка к лабораторной работе 1
3	3	Работа с учебной литературой, конспектами лекций. Отчет по индивидуальному заданию.
	2	Подготовка к опросу по самостоятельному изучению материалов СРС электронного модуля: исследование схмотехнических свойств проходных транзисторов, CPL логика.
	5	Подготовка к семинарам 3-8. Подготовка к контрольным работам 3, 4, 5.
	5	Подготовка к лабораторным работам 2, 3, 4
1,2,3	4	Выполнение практико-ориентированного задания

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 «Интегральная схмотехника»: https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2079722

Модуль 1 «Классификация, основные параметры и характеристики схем»

- ✓ Виды самостоятельной работы студентов и методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины

- ✓ Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ОРИОКС- <http://orioks.miet.ru/>: Глава 1. Основы микросхемотехники ИС; Глава 2. Основы цифровой техники) в рамках подготовки к рубежному контролю; Глава 3. Основные параметры и характеристики ЦИС в рамках подготовки к рубежному контролю.

Модуль 2 «Проектирование библиотечных элементов и базовых функциональных блоков ИС на биполярных транзисторах»

- ✓ Виды самостоятельной работы студентов и методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 2 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины.
- ✓ Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ОРИОКС - <http://orioks.miet.ru/> :
- ✓ 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 «Интегральная схемотехника. Модуль 2».
- ✓ Материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ содержатся в электронном ресурсе «Лабораторный практикум по «Интегральная схемотехника. Модуль 2

Модуль 3 «Проектирование библиотечных элементов и базовых функциональных блоков ИС на МОП транзисторах»

- ✓ Виды самостоятельной работы студентов и методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 5 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины.
- ✓ Материалы для освоения теоретического материала содержания лекций, самостоятельного освоения тем содержатся в ОРИОКС - <http://orioks.miet.ru/>: 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 «Интегральная схемотехника. Модуль 3».
- ✓ Материалы для подготовки к выполнению лабораторных работ содержатся в электронном ресурсе «Лабораторный практикум по «Интегральная схемотехника. Модуль 3».

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: 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/ (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 Electronic Library (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

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, часть учебных занятий проходит с использованием взаимодействия студентов и преподавателя в электронной образовательной среде.

При дистанционном обучении лекционные занятия могут проводиться в онлайн режиме в Zoom. Практические и лабораторные занятия проводятся посредством удаленного выполнения задания совместно с онлайн взаимодействием в Zoom. Защита выполненных работ осуществляется путем демонстрации экрана рабочего места с помощью функции демонстрации в Zoom.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя.

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

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	Мультимедийное оборудование	Microsoft (Azure), Microsoft Office
Учебная аудитория	Учебная доска	Не требуется
Компьютерный класс	ПЭВМ I5 (Intel Core i5 7400, монитор 21,5" АОС i2269Vw)	Microsoft (Azure), Symica FE, Microwind

Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Microsoft (Azure), браузер Google Chrome
--------------------------------------	---	--

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-1.ИС** «Способен строить и использовать эквивалентные модели приборов, при расчете схем элементного базиса электроники и использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования».
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-3.ИС** «Способен выполнять расчет и проектирование схем элементного базиса электроники и использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены 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

Для формирования подкомпетенций и приобретения необходимых знаний, умений и опыта деятельности в рамках изучения данной дисциплины проводятся лекции и лабораторные работы. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Студентам рекомендуется активно пользоваться консультациями преподавателя: это единственная возможность обучаться индивидуально и выяснить все возникшие вопросы. Кроме этого на консультациях можно защитить лабораторную работу, если не успели на занятии.

Лекции проводятся в каждом модуле. В них оценивается степень усвоения пройденного материала, уровень аргументации своего мнения и владения устной речью. Предварительно преподаватель формулирует вопрос, ответ на который является предметом дискуссии. Для проверки полученных знаний проводится тестирование.

Практические занятия содержатся в каждом модуле. На практических занятиях разбираются и закрепляются практические решения конкретных заданий и проводятся контрольные работы по основным направлениям интегральной схемотехнике.

Лабораторные работы содержатся в каждом модуле. Выполнению заданий предшествует проверка знаний студентов - их теоретической готовности к выполнению задания. По окончании выполнения каждого задания проводится обсуждение и защита результатов выполнения с каждым студентом. В заданиях присутствуют разделы, в которых

нет четких инструкций их выполнения, что требует от студентов самостоятельного решения (выбора способов выполнения работы в литературных источниках).

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к лекциям, семинарам и лабораторным работам, рубежному тестированию, изучение литературы с целью более глубокого освоения изучаемой темы и выполнению индивидуального задания в форме реферата.

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

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

В конце семестра студентами выполняется практико-ориентированное задание, по результатам которого происходит публичное представление результатов заданий на опыт деятельности.

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:

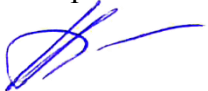
Доцент кафедры ИЭМС, доцент  /А.А. Миндеева/

Рабочая программа дисциплины «Интегральная схемотехника» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Автоматизация проектирования изделий наноэлектроники» разработана на кафедре ПКИМС и утверждена на заседании кафедры 27 ноября 2020 года, протокол № 8

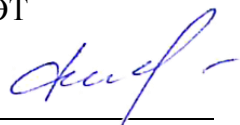
Заведующий кафедрой ПКИМС  _____ /С.В. Гаврилов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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/