

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 2020.08.10  
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 УР  
  
И.Г. Игнатова  
« 10 » 20 20

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Схемотехника аналоговых БИС»

Направление подготовки 11.03.04 - «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) - «Автоматизация проектирования изделий наноэлектроники»

Москва 2020

## 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 нанoeлектроники 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»**

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

**Трудовая функция: А/01.6** - «Определение возможных конструктивных вариантов реализации отдельных аналоговых блоков и всего СФ-блока»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-1.СхТАИС</b> Способен использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования элементов электронной техники	использование компьютерного моделирования при разработке элементов аналоговых БИС	<b>Знания</b> принципов построения элементов аналоговых БИС <b>Умения</b> разрабатывать элементы аналоговых БИС <b>Опыт</b> использования компьютерного моделирования при разработке элементов аналоговых БИС

**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»**

**Обобщённая 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 схемотехнического описания»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-3.СхТАИС</b> Способен выполнять расчет и проектирование аналоговых схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	проектирование аналоговых блоков в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	<b>Знания</b> принципов конструирования электронных приборов, аналоговых блоков <b>Умения</b> проводить оценочные расчеты характеристик аналоговых блоков электронных приборов <b>Опыт</b> проектирования аналоговых блоков в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 образовательной программы, изучается на 4 курсе, в 7 семестре (очная форма обучения).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Дискретная математика», «Численные методы», «Теория вероятностей», «Электротехника».

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Промежуточная				
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
4	7	4	144	32	16	16	80	ЗаО

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Схемотехника аналоговых ИС	26	16	16	60	Защита лабораторных работ
					Защита реферата №1
2. Спец. вопросы схемотехнического проектирования ИС	6	-	-	20	Защита реферата №2
					Сдача практико-ориентированного задания

##### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Блок-схема этапа схемотехнического проектирования. Анализ схем по постоянному току, анализ по переменному току (частотный анализ), анализ во временной области, параметрическая оптимизация.
	2	2	Общие вопросы проектирования аналоговых схем. Номенклатура аналоговых схем. Основные и специальные аналоговые функции. Эталоны.
	3	2	Элементарные усилительные каскады (схема включения ОЭ, ОК, ОБ). Основные характеристики каскада – коэффициент усиления по напряжению, входное сопротивление, выходное сопротивление.
	4	2	Классы усиления. Нелинейные искажения в усилительных каскадах
	5	2	Составные транзисторы
	6	2	Обратные связи в усилительных каскадах
	7	2	Амплитудно и фазочастотные характеристики
	8	2	Усилители класса D.
	9	2	Обобщенная схема источника постоянного тока. Типовые характеристики источников тока. Принципиальные схемы источников тока на биполярных транзисторах.
	10	2	Обобщенная схема источника постоянного тока. Типовые

			характеристики источников тока. Принципиальные схемы источников тока на биполярных транзисторах.
	11	2	Активная нагрузка. Схемы активных нагрузок. Использование схем источников тока в качестве активной нагрузки.
	12	2	Обобщенная схема источника постоянного напряжения. Типовые характеристики источников напряжения. Принципиальные схемы источников напряжения на диодах и биполярных транзисторах
	13	2	Идеальный операционный усилитель. Структура операционных усилителей. Обратные связи в операционных усилителях.
2	14	2	Механизмы появления отказов в схемах большой мощности
	15	2	Шумы и случайные сигналы
	16	2	Проектирование схем, устойчивых к воздействию радиации

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Простейшие схемотехнические и математические модели биполярных и МОП-транзисторов. Расчёт характеристик элементарного усилительного каскада.
	2	2	Расчёт характеристик схем повторителей напряжения
	3	2	Расчёт параметров каскадов усиления мощности
	4	2	Расчёт параметров схем источников тока на биполярных транзисторах
	5	2	Расчёт параметров схем источников тока на МОП-транзисторах
	6	2	Расчёт параметров схем источников напряжения на биполярных транзисторах
	7	2	Расчёт параметров схем источников напряжения на МОП-транзисторах
	8	2	Согласование каскадов

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Моделирование работы элементарного усилительного каскада с резистивной и активной нагрузкой

	2	4	Моделирование работы повторителя напряжения.
	3	4	Моделирование работы дифференциального усилительного каскада.
	4	4	Моделирование работы операционного усилителя

#### 4.4 Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	30	Подготовка к лабораторным работам: изучение принципов построения блоков аналоговых схем и их характеристик.
	20	Подготовка реферата №1
2	16	Подготовка реферата №2
1,2	10	Выполнение практико-ориентированного задания
1,2	4	Подготовка к зачёту с оценкой

#### 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 «Схемотехника аналоговых БИС»: [https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id\\_science=2079725](https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2079725)

#### **Модуль 1 «Схемотехника аналоговых ИС»**

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

#### **Модуль 2 «Спецвопросы схемотехнического проектирования»**

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 2, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. 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
2. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники / А.Г. Алексенко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых знаний. Физматлит : Юнимедиа стайл, 2002. - 448 с. - (Технический университет). - ISBN 5-94774-002-8.
3. Миндеева А.А. Элементная база аналоговых схем : Учеб. пособие / А.А. Миндеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2012. - 184 с. - ISBN 978-5-7256-0702-4

### Периодические издания

*Не предусмотрены*

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

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. 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. IEEE/ИЕТ 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

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, применяется модель смешанного обучения «расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях (лекциях и лабораторных работах) с последующим самостоятельным выполнением индивидуального задания (индивидуальные задания к лабораторным работам и задание на опыт деятельности).

Обучение может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем могут использоваться сервисы обратной связи, такие как электронная почта, социальная сеть ВКонтакте, система видеоконференций Zoom.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в формах материалов в системе ОРИОКС: URL: [https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id\\_science=2079725](https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2079725)

## 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
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.СхТАИС** «Способен использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования элементов электронной техники»
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-3.СхТАИС** «Способен выполнять расчет и проектирование аналоговых схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования»

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

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

- посетить лекции по предмету;
- выполнить лабораторные работы (подтверждается защитой каждой лабораторной работы);
- посетить практические занятия по предмету;
- принять участие в дискуссиях во время лекций, практических занятий и лабораторных работ;
- выполнить практико-ориентированное задание на опыт деятельности.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным занятиям, лабораторным работам, использование литературы, интернет-ресурсов.

Дисциплина состоит из лекционных и практических занятий, лабораторных работ. Заканчивается дисциплина зачётом с оценкой.

Цель лекций – знакомство студентов с принципами процессов моделирования аналоговых интегральных схем.

На практических занятиях прорешиваются задачи, позволяющие получить умения выполнять расчёты компонентов и блоков аналоговых схем с применением теоритических знаний.

Лабораторные работы выполняются студентами по индивидуальным заданиям в компьютерном классе. Каждая лабораторная работа содержит практическую часть в которой студент самостоятельно выполняет поставленную перед ним задачу согласно индивидуальному варианту. Все лабораторные работы посвящены решению практических задач моделирования характеристик аналоговых блоков интегральных схем.

С целью качественной организации самостоятельной работы студентов проводятся разъяснения материала. Вводное разъяснение проводится лектором дисциплины в начале первой лекции и включает: информацию о структуре и графике контрольных мероприятий, содержании и порядке проведения контрольных мероприятий, правилах оценивания согласно НБС МИЭТ, учебной литературе и дополнительных информационных источниках, основных требованиях по оценке качества освоения дисциплины, самостоятельной работе студентов, организации и назначении консультаций.

Для студентов проводятся 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.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачёта с оценкой с представлением результатов заданий на опыт деятельности.

## 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 64 балла), и сдача зачёта с оценкой (максимум 36 баллов).

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

### РАЗРАБОТЧИК:

Ст. преподаватель кафедры ПКИМС



/В.И. Петраков/

Рабочая программа дисциплины «Схемотехника аналоговых БИС» 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

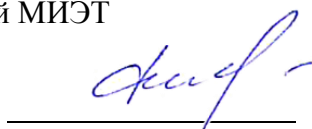
Начальник АНОК



/И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки



/Т.П. Филиппова/