

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 15:36:48  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f758d96e8f0bea882b8d602

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 2020г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Элементная база систем связи»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Направленность (профиль) – «Проектирование приборов и систем»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

**Компетенция ПК-6. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов**

**сформулирована на основе** профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков»

**Обобщенная трудовая функция Д** «Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговый СФ-блок и отдельные аналоговые блоки»

**Трудовая функция Д/03.7** «Заключительный расчет и анализ параметров СФ-блока на основе выполненных предыдущих проектов»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-6.ЭБСС Способен к проведению экспериментальных исследований схем для систем связи	проведение экспериментальных исследований схем с помощью современных средств автоматизации проектирования	<b>Знать:</b> модели пассивных и активных элементов для радиочастотного анализа ИС; принципы синтеза основных схмотехнических блоков приемопередающей аппаратуры, на основе биполярных и МОП транзисторов. <b>Уметь:</b> проектировать элементы интегральных схем для приемопередающей аппаратуры с помощью САПР CADENCE. <b>Опыт деятельности:</b> по экспериментальному исследованию элементов схем и устройств радиочастотного приемопередающего тракта

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, является элективной.

Входные требования к дисциплине – знание основ проектирования и технологии электронной компонентной базы, компонентов ИС и их моделей, навыки проектирования низкочастотных аналоговых ИС.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	3	108	-	32	16	60	3а

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)		
1. Телекоммуникационные системы. Представление сигналов в спектральном виде. Случайные сигналы и шумы.	-	6	-	12	Опросы на практических занятиях
2. Преобразование сигналов в нелинейных цепях.	-	6	-	12	Опросы на практических занятиях
3. Балансные смесители. ФАПЧ	-	4	32	36	Выполнение и защита лабораторных работ
					Опросы на практических занятиях
					Защита практического задания

#### 4.1. Лекционные занятия

*Не предусмотрены*

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Телекоммуникационные системы. Классификация сигналов и телекоммуникационных систем. Объем и скорость передачи информации. Идеальная телекоммуникационная система
	2	2	Представление сигналов в спектральном виде. Преобразование Фурье. Спектральная плотность сигнала.
	3	2	Случайные сигналы и шумы. Математический аппарат случайных сигналов. Шумы: тепловой, дробовой и фликкер. Шумовые модели компонентов: полупроводниковых диодов, транзисторов. Расчет шума в схемах.
2	4	2	Преобразование сигналов в нелинейных цепях. Способы аппроксимации характеристик нелинейных элементов. Спектральный состав тока при гармоническом и бигармоническом внешнем воздействии.
	5	2	Получение модулированных сигналов. Принцип работы амплитудного модулятора. Сигналы с балансной модуляцией. Фазовращатели. Получение сигналов с угловой модуляцией. Функции Берга. Амплитудное, фазовое и частотное детектирование. Детектирование с использованием квадратичной аппроксимации ВАХ нелинейного элемента. Диодный детектор амплитудно-модулированных сигналов.
	6	2	Активные фильтры. Преобразователи отрицательного полного сопротивления. Гираторы. Реализация фильтров второго и третьего порядков.
3	7	2	Балансные смесители. Дифференциальный каскад как балансный умножитель. Передаточная характеристика четырехквadrантного умножителя. Аналоговый умножитель, реализованный на схеме Гильберта. Линеаризация смесителя. Потенциометрический смеситель. Пассивный балансный смеситель.
	8	2	Фазовая автоподстройка частоты. Классификация. Структурная схема. Параметры системы ФАПЧ. Линеаризованный малосигнальный анализ ФАПЧ. Коэффициент передачи ФАПЧ. Фазовые детекторы: аналоговый, последовательностные, фазо-частотный. Генераторы, управляемые напряжением: мультивибратор, кольцевой, LC. Применение системы ФАПЧ. Синтезаторы частот. Детекторы частотно-модулированных и амплитудно-модулированных сигналов. Схемы синхронизации и восстановления сигналов.

#### 4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы		Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	№	№		
3	1	8	Исследование аналогового смесителя на схеме Гильберта.	
	2	8	Моделирование генератора, управляемого напряжением.	
	3	8	Изучение принципа работы и получение характеристик фазового детектора.	
	4	8	Проектирование схемы ФАПЧ	

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	12	Опросы на практических занятиях
2	12	Опросы на практических занятиях
3	4	Опросы на практических занятиях
	30	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ
	2	Выполнение практического 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 «Элементная база систем связи».

**Модуль 1 «Телекоммуникационные системы. Представление сигналов в спектральном виде. Случайные сигналы и шумы.»**

✓ Материалы для подготовки к опросам: Тимошенко В.П. Элементная база систем связи. Учебное пособие. Москва 2015, РИО МИЭТ.

Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 1 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

### **Модуль 2 «Преобразование сигналов в нелинейных цепях»**

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 2 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

✓ Материалы для выполнения домашнего задания: Тимошенко В.П. Элементная база систем связи. Учебное пособие. Москва 2015, РИО МИЭТ.

### **Модуль 3 «Балансные смесители. ФАПЧ»**

✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задание к лабораторным занятиям по модулю 3 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

✓ Материалы для выполнения домашнего задания: Тимошенко В.П. Элементная база систем связи. Учебное пособие. Москва 2015, РИО МИЭТ..

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Титце У. Полупроводниковая схемотехника : Пер. с нем. Т. 2 / У. Титце, К. Шенк. - М. : ДМК Пресс, 2009. - 942 с. - (Схемотехника). - URL: <https://e.lanbook.com/book/916> (дата обращения: 07.04.2021). - ISBN 978-5-94120-201-0
2. 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.
3. Тимошенко В.П. Элементная база систем связи : Учеб. пособие / В.П. Тимошенко, А.А. Миндеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2015. - 224 с.

### **Периодические издания:**

1. RUSSIAN MICROELECTRONICS. - : Springer, [2000] - . - URL: <http://link.springer.com/journal/11180> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - .
3. IEEE Transactions on Electron Devices. - USA : IEEE, [б.г.]. - URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=16> (дата обращения: 14.06.2018). - Режим доступа: по подписке МИЭТ
4. Электроника: Наука. Технология. Бизнес : Научно-технический журнал / Издается при поддержке Российского агентства по системам управления. - М. : Техносфера, 1996 - .

## **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. 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

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации учебного процесса используется **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения.

Практические занятия организуются либо в традиционной, либо в дистанционной форме. **Традиционная форма** обучения подразумевает очную дискуссию преподавателя с обучаемыми. При этом используются такие компьютерные технологии, как презентации семинаров в программе Microsoft Office PowerPoint в мультимедийных аудиториях. При необходимости может применяться **дистанционная форма** обучения, при которой преподаватель и обучаемые связываются с помощью программы для организации видеоконференций и демонстрации рабочего стола (Zoom, Discord, Skype).

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе, в котором каждый ПК соединён с сервером. При наличии возможности удалённого подключения к серверу обучаемые могут выполнять лабораторные работы в дистанционном формате.

Для организации самостоятельной работы студентов используются **внутренние электронные ресурсы** (методические материалы, размещённые в корпоративной информационно-технологической платформе ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>, тестирование в системах ОРИОКС, Moodle) и **внешние электронные ресурсы**.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus
Аудитории для лабораторных работ	Компьютерный класс	ОС Linux, САПР Cadence
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-6.ЭБСС «Способен к проведению экспериментальных исследований схем для систем связи».

Фонд оценочных средств представлен отдельными документами 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**

Содержание дисциплины состоит из трёх модулей, которые изучаются последовательно.

Теоретический материал изучается в рамках практических занятий и во время самостоятельной работы.

Выполнение лабораторных работ является обязательным.

Для контроля знаний в течение семестра предусмотрены опросы на практических занятиях. Умения и опыт деятельности проверяется на защите лабораторных работ, а также на защите практического задания.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачета.

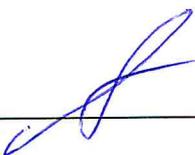
### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение и защита лабораторных работ, активность и выполнение тестовых заданий на практических занятиях, выполнение комплексного задания (в сумме до 100 баллов). При сумме баллов от 50 и выше выставляется зачет по дисциплине. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>.

**РАЗРАБОТЧИК:**

Профессор, д.т.н.

  
\_\_\_\_\_

/ В.В. Лосев /

Рабочая программа дисциплины «Элементная база систем связи» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» по направленности (профилю) «Проектирование приборов и систем» разработана на кафедре ИЭМС и утверждена на заседании кафедры 26.11. 2020 года, протокол № 5

Заведующий кафедрой  /Ю.А. Чаплыгин/

### 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  /Г.П. Филиппова/