

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 15:36:47

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73a176c8f8b5ea882b8d602

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

«Основы моделирования и проектирования радиочастотных схем»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) – «Проектирование приборов и систем»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-3. Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований**

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

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

**Трудовая функция D/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-3.ОМиПРчС Способен анализировать характеристики и рассчитывать параметры основных блоков радиочастотных интегральных микросхем	проектирование электронных СВЧ приборов, радиочастотных схем и устройств различного функционального назначения	<b>Знает</b> основные блоки и устройства радиочастотных интегральных микросхем. <b>Умеет</b> рассчитывать параметры основных блоков радиочастотных интегральных микросхем. <b>Имеет опыт деятельности по</b> анализу характеристик основных блоков радиочастотных интегральных микросхем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине – знание основ проектирования и технологии электронной компонентной базы, СВЧ техники.

## 2. 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	2	72	-	-	32	40	3а

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	лабораторных работ (часы)	Практическая подготовка при проведении практических занятий (часы)		
1. Возможности системы автоматизированного проектирования входящей в пакет программ Cadence	-	4	2	3	Выполнение и защита лабораторных работ
				3	Опросы на практических занятиях
2. Схемотехническое проектирование СВЧ схем	-	20	8	8	Выполнение и защита лабораторных работ.
				6	Опросы на практических занятиях.
				6	Защита практического задания
3. Топологическое	-	4	4	4	Выполнение и защита лабораторных работ

проектирование СВЧ схем				4	Опросы на практических занятиях
4. Элементы электромагнитного моделирования СВЧ схем	-	4	2	3	Выполнение и защита лабораторных работ
				3	Опросы на практических занятиях

#### 4.1. Лекционные занятия

*Не предусмотрены*

#### 4.2. Практические подготовка при проведении практических занятий

№ модуля дисциплины	№ практического занятия		Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	№	№		
1	1	2		Особенности проектирования и моделирования СВЧ схем с помощью системы автоматизированного проектирования входящей в пакет программ Cadence.
	2	2		Изучение интерфейса специализированной системы автоматизированного проектирования входящей в пакет программ Cadence.
2	3	2		Проектирование фильтров (ФНЧ и ФВЧ). Расчёт параметров. Расчёт параметров резонансных цепей.
	4	2		Исследование ФНЧ и ФВЧ. Изучение резонансных цепей.
	5	2		Методика проектирования и моделирования фазовращателя.
	6	2		Моделирование фазовращателя и оптимизация параметров.
	7	2		Разработка линейных усилителей мощности СВЧ Проектирование нелинейных усилителей мощности СВЧ.
	8	2		Исследование линейных и нелинейных усилителей мощности СВЧ
	9	2		Особенности проектирования умножителя частоты.
	10	2		Моделирование умножителя частоты.
	11	2		Проектирование автогенераторов. Расчёт параметров.
	12	2		Исследование параметров автогенераторов.
3	13	2		Особенности топологического проектирования СВЧ схем.
	14	2		Топологическое проектирование с помощью системы автоматизированного проектирования входящей в пакет программ Cadence.
4	15	2		Особенности электромагнитного моделирования СВЧ схем.
	16	2		Электромагнитного моделирования СВЧ схем с помощью системы автоматизированного проектирования входящей в пакет программ Cadence.

### 4.3. Лабораторные занятия

*Не предусмотрены*

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	3	Подготовка к опросам на практических занятиях
	3	Подготовка к лабораторным работам
2	8	Подготовка к опросам на практических занятиях
	6	Подготовка к лабораторным работам
	6	Выполнение практического задания
3	4	Подготовка к опросам на практических занятиях
	4	Подготовка к лабораторным работам
4	3	Подготовка к опросам на практических занятиях
	3	Подготовка к лабораторным работам

### 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 «Основы моделирования и проектирования радиочастотных схем».

#### **Модуль 1 «Возможности САПР в пакете программ Cadence»**

- ✓ Материалы для семинаров (семинар №1)

#### **Модуль 2 «Схемотехническое проектирование СВЧ схем»**

- ✓ Описания программ Cadence, входящие в используемый дистрибутив.
- ✓ Материалы для семинаров (семинары №2-6)
- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задания к лабораторным занятиям по модулю 2 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

#### **Модуль 3 «Топологическое проектирование СВЧ схем»**

- ✓ Описания программ Cadence, входящие в используемый дистрибутив.
- ✓ Материалы для семинаров (семинары №7)
- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задания к лабораторным занятиям по модулю 3 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

#### **Модуль 3 «Элементы электромагнитного моделирования СВЧ схем»**

- ✓ Описания программ Cadence, входящие в используемый дистрибутив.
- ✓ Материалы для семинаров (семинары №8)
- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам: задания к лабораторным занятиям по модулю 4 (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>)

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бахвалов С. А. Основы моделирования и проектирования радиотехнических устройств в Microwave Office : учебное пособие / С. А. Бахвалова, В. А. Романюк; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : СОЛОН-Пресс, 2016. - 152 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/92995> (дата обращения: 02.04.2020). - ISBN 978-5-91359-206-4
2. Радиоприемные устройства : Учеб. пособие / Под ред. Н.Н. Фомина. - 3-е стер. изд. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 520 с. - ISBN 978-5-93517-373-7

### **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 обучения используется **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: zoom, discord, skype. раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах: тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При выполнении лабораторных работ необходимо лицензионное программное обеспечение САПР Cadence. Для оформления письменных работ: текстов докладов, отчётов к лабораторным работам используется Microsoft Word. Для демонстрации презентаций на занятиях применяется Microsoft Powerpoint.

## 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	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus
Аудитории для лабораторных работ	Компьютерный класс	Операционная система 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-3.ОМиПРЧС Способность проектировать и моделировать СВЧ схемы в САПР.

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

Содержание дисциплины состоит из четырех модулей, которые изучаются

последовательно.

Первый модуль предполагает изучение теоретического материала по проектированию СВЧ схем в рамках аудиторного занятия, представляющего собой дискуссию, и в рамках самостоятельного освоения. А также в рамках лабораторных работ изучение системы автоматизированного проектирования входящей в пакет программ Cadence.

Второй, третий и четвертый модули осваиваются аналогичным образом, также добавляется выполнение семи лабораторных работ. Результатом освоения дисциплины является успешное выполнение всех лабораторных работ, решение задач на практических занятиях и выполнение практического задания.

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

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение и защита лабораторных работ (до 60 баллов), работа на практических занятиях (до 18 баллов) и выполнение практического задания. Структура и график контрольных мероприятий приведены в ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru/>).

#### **РАЗРАБОТЧИК:**

Ст. преподаватель, к.т.н.



/А.В. Николаев/



Рабочая программа дисциплины «Основы моделирования и проектирования радиочастотных схем» 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 \_\_\_\_\_ /Т.П. Филиппова/