

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 20.08.2023 11:48:19
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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

А.Г.Балашов

«19» декабря 2023г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование СВЧ-устройств в САПР»

Направление подготовки – 11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) – «Проектирование радиоинформационных систем»

Москва 2023

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ» сформулирована на основе профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков».

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

Трудовая функция В/01.6 «Моделирование схем отдельных аналоговых блоков».

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1. МодСВЧ Способен проводить математическое моделирование СВЧ-устройств радиотехники с применением стандартных прикладных пакетов	Моделирование, анализ и верификация результатов моделирования узлов и устройств радиоинформационных систем	Знания: стандартные виды схемного аналогового моделирования, позволяющие проводить расчет и проектирование узлов и устройств аналоговой высокочастотной техники. Умения: моделирования различных видов СВЧ-устройств и их узлов с использованием САПР на системном, имитационном и схемном уровне, так и на уровне топологии, включая ЕМ-моделирование. Опыт деятельности: по расчету, моделированию и проектированию отдельных узлов СВЧ-устройств в специализированных САПР.

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 – необходимы компетенции в области электротехники, электроники, аналоговой техники.

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)		
3	6	4	144	-	64	-	80	ЗаО, КП

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1 Микрополосковые устройства СВЧ	-	32	-	14	Защита лабораторных работ
					Текущий контроль выполнения курсового проекта
					Итоговое тестирование
Модуль 2 Усилительные устройства СВЧ	-	12	-	36	Защита лабораторных работ
					Текущий контроль выполнения курсового проекта
					Итоговое тестирование
Модуль 3 Нелинейные устройства СВЧ	-	20	-	30	Защита лабораторных работ
					Текущий контроль выполнения курсового проекта
					Итоговое тестирование

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены.

4.3. Лабораторные работы

[Практическая подготовка при проведении лабораторных работ]

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Расчет и моделирование согласующей микрополосковой цепи
	2	4	Расчет и моделирование двущлейфного направленного ответвителя
	3	4	Расчет и моделирование кольцевого направленного ответвителя
	4	4	Расчет и моделирование направленного ответвителя на связанных линиях
	5	4	Расчет и моделирование кольцевого развязанного делителя
	6	4	Фильтры СВЧ
	7	4	Автоматическая генерация топологий
	8	4	Микрополосковая цепь питания и смещения
2	9	4	Расчет ВЧ-канала СВЧ-ячейки
	10	4	Расчет и моделирование резистивной цепи питания и смещения
	11	4	Проектирование МШУ с помощью диаграммы Смита
3	12	4	Нелинейное моделирование при расчете транзисторного МШУ
	13	4	Балансный смеситель на диодах
	14	4	Проектирование автогенератора
	15	4	Метод моделирования комплексной огибающей
	16	4	Имитационное моделирование RF-цепей

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	8	Теоретическая подготовка, оформление отчетов и подготовка к защите лабораторной работы
	6	Выполнение курсового проекта
2	3	Теоретическая подготовка, оформление отчетов и подготовка к защите

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
3		лабораторной работы
	33	Выполнение курсового проекта
	5	Теоретическая подготовка, оформление отчетов и подготовка к защите лабораторной работы
	25	Выполнение курсового проекта

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Двухканальная приемная ячейка с регулируемым усилением в каналах и фильтрацией в соседних каналах.
2. Двухканальная передающая ячейка с регулируемым усилением в каналах и фильтрацией в соседних каналах.
3. Двухканальная приемная ячейка с регулируемым фазовым сдвигом в каналах и фильтрацией в соседних каналах.
4. Двухканальная передающая ячейка с регулируемым фазовым сдвигом в каналах и фильтрацией в соседних каналах.
5. Приёмная ячейка усиления и фильтрации с детектированием мощности.
6. Передающая ячейка усиления и фильтрации с детектированием мощности.
7. Ячейка антенного ключа.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС).

- ✓ Методические указания по дисциплине
- ✓ Сценарий по изучения дисциплины с использованием электронных технологий
- ✓ Методические указания по выполнению КП

Модуль 1 «Микрополосковые устройства СВЧ»

- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам

Модуль 2 «Усилительные устройства СВЧ»

- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам

Модуль 3 «Нелинейные устройства СВЧ»

- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Антенны / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов [и др.]. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 412 с. — ISBN 978-5-507-48175-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343235> (дата обращения: 16.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Дворников, С. В. Устройства приема и обработки сигналов : учебник / С. В. Дворников, А. Ф. Крячко, С. В. Мичурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-4243-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133898> (дата обращения: 16.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Виноградов, А. Ю. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны : учебное пособие / А. Ю. Виноградов, Р. В. Кабетов, А. М. Сомов ; под редакцией А. М. Сомова. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 444 с. — ISBN 978-5-9912-0255-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111106> (дата обращения: 16.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Воробьев, О. В. Приемно-передающие устройства радиосвязи и вещания : учебное пособие / О. В. Воробьев, С. Р. Новикова, А. А. Прасолов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. — 140 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180190> (дата обращения: 16.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Травин, Г. А. Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа / Г. А. Травин, Д. С. Травин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 52 с. — ISBN 978-5-507-46183-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/302267> (дата обращения: 16.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов [и др.]. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 176 с. — ISBN 978-5-507-46244-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/303020> (дата обращения: 16.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Терминологический словарь по антенно-фидерным устройствам / И. А. Зеленин, Д. В. Журавлёв, Ю. Г. Пастернак, С. М. Федоров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-507-47095-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/328517> (дата обращения: 16.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Microwavwes101, онлайн-энциклопедия сообщества разработчиков СВЧ-аппаратуры: сайт. – URL: <https://www.microwaves101.com/encyclopedias> (дата обращения: 16.08.2023)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: разделы ОРИОКС «Домашние задания» и «Портфолио», сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Операционная система Windows; Пакет программ MicrosoftOffice; Acrobat reader; Keysight W2130UU Cadence AWR MWO
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Windows; Пакет программ MicrosoftOffice; Acrobat reader.

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ПК-1. МодСВЧ «Способен проводить математическое моделирование СВЧ-устройств радиотехники с применением стандартных прикладных пакетов»

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина изучается через выполнение группы лабораторных работ с применением САПР и выполнение курсового проекта.

Процесс выполнения каждой лабораторной работы состоит из трех последовательных частей:

1. Самостоятельная предварительная подготовка к лабораторной работе.
2. Выполнение лабораторной работы на занятии, включающее в себя такие возможные этапы, как расчет, моделирование, проектирование, анализ результатов.
3. Защита выполненной лабораторной работы, включающая в себя как ответы на теоретические вопросы по теме лабораторной работы, так и на вопросы о сути выполненной работы.

Результатом выполнения студентом лабораторных работ становится освоение методов расчета, моделирования и проектирования различных СВЧ-устройств на имитационном и системном уровне, позволяющее перейти к сквозному проектированию.

По завершении выполнения каждой лабораторной работы должен быть подготовлен отчет в электронном виде и сохранен проект в САПР.

В отчете должны быть отображены все этапы выполнения лабораторной работы, включающие в себя исходное задание по варианту, промежуточные расчеты, описание спроектированных моделей, результаты моделирования и анализ результатов, выводы по завершенным этапам. Подробность содержания отчета определяется студентом самостоятельно.

Проект в САПР необходим, т.к. при защите у преподавателя может возникнуть вопрос о корректности спроектированных моделей, студент должен быть готов предоставить их для проверки.

Курсовой проект представляет собой проектное задание расчету ВЧ-тракта ячейки СВЧ-устройства. Выполняется с применением САПР. Преподавателем выдается техническое задание на ячейку, для которой необходимо подобрать основную ВЧ-элементную базу и провести моделирование, показывающее, что выбранная ВЧ-элементная база позволяет спроектировать ячейку. Состоит из этапов:

1. Поиск ВЧ-компонентов.
2. Построение системной модели.
3. Проектирование полосковых устройств.
4. Индивидуальное согласование для отдельных компонентов.
5. Построение общей совместной модели.

Выполненный курсовой проект будет служить основой для выполнения курсовой работы в 7 семестре по дисциплине «Проектирование печатных плат».

Варианты задания обновляются ежегодно индивидуально для каждого студента.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительно-балльная система. Выставляется две оценки – по дисциплине и по курсовому проекту.

По дисциплине оценивается защита лабораторных работ (суммарно 60 баллов) и итоговое тестирование (40 баллов).

По курсовому проекту оценивается выполнение каждого этапа (суммарно 60 баллов) и защита (40 баллов).

По сумме баллов выставляются итоговые оценки по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/> .

РАЗРАБОТЧИК:

Ст. преподаватель Института МПСУ



_____/Д.В. Приходько/

Рабочая программа дисциплины «Моделирование СВЧ-устройств в САПР» по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», направленности (профилю) «Проектирование радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ 25 октября 2023 г., протокол № 1.

Директор института МПСУ



_____/А.Л. Переверзев/

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 /