Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 28.08.2023 11:48:17
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
«14» декабря 2023г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование СВЧ-устройств в САПР»

Направление подготовки –11.03.01 «Радиотехника»
Направленность (профиль) – «Проектирование радиоинформационных систем»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 6B45CDC4E08026FA8135524A12F981A6
Владелец: Гаврилов Сергей Александрович
Действителен: с 01.10.2024 до 25.12.2025

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 Микрополосоквые 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 двушлейфного направленнного ответвителя
	3	4	Расчет и моделирование кольцевого направленного ответвителя
	4	4	Расчет и моделирование направленнного 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
		лабораторной работы
	33	Выполнение курсового проекта
3	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 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХБАЗ 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 /