

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности



А.А.Панфилов

« 17 » 06 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки 11.03.01 Радиотехника

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля, экз./зачет(час.)
6	3/108	36	-	18	54	зачет
Итого	3/108	36	-	18	54	зачет

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных средств» (ОКПРЭС) является:

1. Рассмотрение вопросов, касающихся современных эффективных методов расчета и проектирования радиоэлектронных устройств;
2. Освоение методики автоматизированного анализа характеристик линейных радиоэлектронных устройств в полосе частот на основе декомпозиции устройства на стандартные элементы и узлы и последующих расчетов с помощью универсальной вычислительной программы;
3. Приобретение практических навыков автоматизированного проектирования линейных радиоэлектронных устройств с использованием современных средств вычислительной техники, ознакомление с основами их конструирования и технологической реализации.
4. Получение углубленных знаний в области компьютерного проектирования радиоэлектронных устройств, связанной с разными сферами деятельности специалиста:
 - проектно-конструкторской;
 - производственно-технологической;
 - научно-исследовательской;
 - сервисно-эксплуатационной.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина: Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных средств (ОКПРЭС);

- индекс: Б1.В.ОД.5;
- вариативная часть, обязательные дисциплины.

При освоении дисциплины ПМЭУ и А используются основные положения и знание полученные студентами при изучении предыдущих курсов: «Физика радиоволн», «Электродинамика и РРВ», «Устройства СВЧ и антенны», «Основы конструирования и проектирования РЭС», «Основы компьютерных технологий в электронике».. Дисциплина ОКПРЭС дает необходимую подготовку в области компьютерного проектирования современных радиоэлектронных средств.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОКПРЭС

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования.

1) Знать:

- ответы на основные вопросы, касающиеся современных эффективных методов расчета и проектирования радиоэлектронных устройств;
- методики автоматизированного анализа характеристик линейных радиоэлектронных устройств в полосе частот на основе декомпозиции устройства на стандартные элементы и узлы и последующих расчетов с помощью универсальной вычислительной программы;
- основы автоматизированного проектирования линейных радиоэлектронных устройств с использованием современных средств вычислительной техники, основы их конструирования и технологической реализации (ОК-7).

2) Уметь:

- применять методики автоматизированного анализа характеристик линейных радиоэлектронных устройств на основе декомпозиции устройства на стандартные элементы и узлы и последующим расчетом с помощью универсальной вычислительной программы;
- применять полученные навыки автоматизированного проектирования при разработке линейных радиоэлектронных устройств, их конструировании и технологической реализации (ОК-7, ОПК-5).

3) Владеть:

- современными эффективными методами расчета и проектирования радиоэлектронных устройств;
- методиками автоматизированного анализа характеристик линейных радиоэлектронных устройств в полосе частот на основе декомпозиции устройства на стандартные элементы и узлы и последующим расчетом с помощью универсальной вычислительной программы;
- практическими навыками автоматизированного проектирования линейных радиоэлектронных устройств с использованием современных средств вычислительной техники, при их конструировании и технологической реализации (ОК-7, ОПК-5, ПК-1).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОКПРЭС

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

[illegible]

	помощью программы МАКЕТ										
10	Моделирование схем согласования	6	10/11	3		3		4		3.3/55	
11	Моделирование фильтров	6	11/12	3		3		4		3.3/55	Рейтинг- контроль № 2
12	Моделирование балансных восьмиполусников	6	12/13	3		3		4		3.3/55	
13	Моделирование делителей мощности	6	14/15	3		3		4		3.3/55	
14	Моделирование управляющих устройств на коммутационных диодах	6	16/17	3		3		4		3.3/55	
15	Моделирование транзисторных усилителей	6	17/18	3		3		4		3.3/55	Рейтинг- контроль № 3
Всего				36		18		54		23.8/44	зачет

Матрица соотношения разделов дисциплины и формируемых компетенций					
Раздел дисциплин	Трудоемкость (в часах)	Компетенции			Количество компетенций
		ОК-7	ОПК-5	ПК-1	
1	1	+			1
2	2	+			1
3	2	+			1
4	2	+			1
5	2	+			1
6	2	+			1
7	2	+			1
8	2	+			1
9	2	+			1
10	6	+	+	+	3
11	6	+	+	+	3
12	6	+	+	+	3
13	6	+	+	+	3
14	6	+	+	+	3

15	6	+	+	+	3
Вес компетенций		0,55	0,22	0,23	

№ п/п	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (в часах)
1	Моделирование схем согласования	3
2	Моделирование фильтров СВЧ	3
3	Моделирование восьмиполусных устройств СВЧ	3
4	Моделирование делителей мощности	3
5	Моделирование управляющих устройств СВЧ на коммутационных диодах	3
6	Моделирование транзисторных усилителей СВЧ	3

№ п/п	Содержание РГР (номера разделов дисциплины)	Трудоемкость (в часах)
1	№ 10, 11, 12 (5 вариантов)	10 (СРС)
2	№ 13, 14, 15 (5 вариантов)	10 (СРС)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения аудиторных занятий и внеаудиторной работы. Объем аудиторных занятий, проводимых с использованием интерактивных форм, составляет 9 часов лекционных занятий и 6 часов лабораторного практикума, 20 внеаудиторных часов для выполнения РГР.

5.2. Самостоятельная работа студентов

Насыщенность курса новыми для студентов материалами предполагает интенсивную самостоятельную работу, эффективному характеру которой способствуют еженедельные консультации. Самостоятельная работа включает домашнюю работу с лекционными материалами с целью расширения и углубления теоретических знаний, подготовку к выполнению и защите лабораторных работ, выполнение заданий, предусмотренных РГР. В основе самостоятельной работы лежит изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы. Базовые источники и пакеты

прикладных программ в электронном виде включены в учебно-методический комплекс, сопровождающий дисциплину

5.3. Компьютерные технологии обучения

Для более эффективного освоения дисциплины студентам предоставляется электронная версия учебно-методического комплекса (УМК), включающего: конспект лекций и методические указания к ним; методические указания к лабораторному практикуму, самостоятельной работе. В УМК включены и сопровождающий дисциплину пакет прикладных программ, рабочая программа, список вопросов к экзамену. Компьютерные технологии используются при подготовке и выполнении лабораторных работ, при выполнении заданий, предусмотренных РГР.

5.4. Лекции приглашённых специалистов

В рамках курса ОКПРЭС предусмотрены встречи со специалистами и потенциальными работодателями. В частности:

- запланирована лекция доктора технических наук, профессора Московского Государственного Технического Университета (МЭИ) Сазонова Д.М.
- предполагается встреча с начальником лаборатории «ГНПП «Крона»», г. Владимир Н.Г. Соколовым и генеральным директором ОКБ «Радиосвязь» г. Владимир, А.Е. Богданов.

5.5. Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится 3 раза за семестр и предполагает суммарную оценку баллов по следующим составляющим: планомерность выполнения лабораторных работ, активность и степень освоения материала на лекционных занятиях, планомерность и качество выполнения РГР.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Вопросы к зачету.

1. Основные этапы разработки радиоэлектронных устройств и возможность их автоматизации.

2. Принципы реализуемые в компьютерных программах для расчета радиоэлектронных устройств .
3. Особенности программ для расчета нелинейных и линейных радиоэлектронных устройств .
4. Выбор матрицы рассеяния в качестве универсальной характеристики при компьютерном расчете линейных радиоэлектронных устройств.
5. Декомпозиция устройств в программе MAKET.
6. Формальное описание библиотечных элементов в программе MAKET.
7. Формальное описание соединения элементов в программе MAKET .
8. Алгоритм объединения элементов устройства в программе MAKET.
9. Формат исходных данных в программе MAKET.
10. Подготовка исходных данных для программы MAKET.
11. Структурная схема программы MAKET.
12. Библиотека элементов программы MAKET.
13. Компьютерное моделирование схем узкополосного согласования комплексных нагрузок.
14. Компьютерное моделирование устройств широкополосного согласования активных сопротивлений .
15. Компьютерное моделирование фильтра нижних частот.
16. Компьютерное моделирование полосно-пропускающего фильтра .
17. Компьютерное моделирование схемы квадратный мост.
18. Компьютерное моделирование схемы гибридное кольцо.
19. Компьютерное моделирование кольцевого делителя мощности.
20. Компьютерное моделирование коммутатора с реактивными шлейфами.
21. Компьютерное моделирование дискретного фазовращателя.
22. Компьютерное моделирование малошумящего транзисторного усилителя.

6.2. Текущий контроль. Вопросы к рейтинг-контролю .

Рейтинг-контроль №1

1. Основные этапы разработки радиоэлектронных устройств и возможность их автоматизации.
2. Принципы реализуемые в компьютерных программах для расчета радиоэлектронных устройств .

3. Особенности программ для расчета нелинейных и линейных радиоэлектронных устройств .
4. Выбор матрицы рассеяния в качестве универсальной характеристики при компьютерном расчете линейных радиоэлектронных устройств.
5. Декомпозиция устройств в программе МАКЕТ.
6. Формальное описание библиотечных элементов в программе МАКЕТ.
7. Формальное описание соединения элементов в программе МАКЕТ .
8. Алгоритм объединения элементов устройства в программе МАКЕТ.

Рейтинг-контроль №2

1. Формат исходных данных в программе МАКЕТ.
2. Подготовка исходных данных для программы МАКЕТ.
3. Структурная схема программы МАКЕТ.
4. Библиотека элементов программы МАКЕТ.
5. Компьютерное моделирование схем узкополосного согласования комплексных нагрузок.
6. Компьютерное моделирование устройств широкополосного согласования активных сопротивлений .
7. Компьютерное моделирование фильтра нижних частот.
8. Компьютерное моделирование полосно-пропускающего фильтра

Рейтинг-контроль № 3

1. Компьютерное моделирование схемы квадратный мост.
2. Компьютерное моделирование схемы гибридное кольцо.
3. Компьютерное моделирование кольцевого делителя мощности.
4. Компьютерное моделирование коммутатора с реактивными шлейфами.
5. Компьютерное моделирование дискретного фазовращателя.
6. Компьютерное моделирование маломощного транзисторного усилителя.

6.3. Расчетно-графические работы для СРС. Расчетно-графические работы являются базой для оценки степени усвоения теоретического материала и совместно с другими формами учебного процесса, учитывается в рейтинг-контроле. Для каждой из 2 РГР подготовлено 5 вариантов. Каждый вариант включает требования для разработки пассивного или активного устройства СВЧ и ссылки на основную или дополнительную литературу с изложенной методикой проектирования.

Расчетно-графическая работа № 1.

Вариант 1

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_{\Pi} \geq 40\%$; КСВ в полосе пропускания < 1.4 ; число заграждаемых гармоник $P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 30$ дБ; центральная длина волны полосы пропускания $\lambda_0 = 30$ см ($f_0 = 1$ ГГц). Фильтр должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 71-97).
2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_{\Pi} \geq 7\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.4 ; число заграждаемых гармоник $P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 30$ дБ; центральная длина волны полосы пропускания $\lambda_0 = 42.86$ см ($f_0 = 0.7$ ГГц). Фильтр должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 97-104).
3. Рассчитать чебышевский ступенчатый переход, обеспечивающий в полосе пропускания: $\lambda_{-n} = 12$ см, $\lambda_n = 9$ см – рассогласование $| \Gamma | \leq 0.02$. Согласуемые сопротивления: $r=75$ Ом, $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Переход должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [2] с.39-51).
4. Рассчитать трехдецибелный двухшлейфный ответвитель для работы в диапазоне: $f_{-n} = 3$ ГГц, $f_n = 4$ ГГц. Ответвитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 75-91).

Вариант 2

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_{\text{п}} \geq 20\%$; КСВ в полосе пропускания < 1.3 ; число заграждаемых гармоник $P=5$ (вторая-шестая, т.е. $\nu = 6$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 40$ дБ; центральная длина волны полосы пропускания $\lambda_0 = 10$ см ($f_0 = 3$ ГГц). Фильтр должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 71-97).
2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_{\text{п}} \geq 10\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.2 ; число заграждаемых гармоник $P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 20$ дБ; центральная длина волны в полосе пропускания $\lambda_0 = 30$ см ($f_0 = 1$ ГГц). Фильтр должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 97-134).
3. Рассчитать ступенчатый переход с максимально плоской частотной характеристикой, обеспечивающий в полосе пропускания: $\lambda_{-n} = 12$ см, $\lambda_n = 9$ см – рассогласование $| \Gamma | \leq 0.05$. Согласуемые сопротивления: $r=75$ Ом, $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Переход должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [2] с. 70-98).
4. Рассчитать трехдецибелльный трехшлейфный ответвитель для работы в диапазоне: $f_{-n} = 3$ ГГц, $f_n = 4$ ГГц. Ответвитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 75-91).

Вариант 3

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_{\text{п}} \geq 30\%$; КСВ в полосе пропускания < 1.5 ; число заграждаемых гармоник $P=3$ (четвертая, пятая, шестая, т.е. $\nu = 6$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 60$ дБ; центральная частота полосы пропускания $f_0 = 0.7$ ГГц ($\lambda_0 = 42.86$ см). Фильтр должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 71-97).
2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_{\text{п}} \geq 15\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.35 ; число заграждаемых гармоник $P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 40$ дБ; центральная длина волны в полосе пропускания $\lambda_0 = 30$ см ($f_0 = 1$ ГГц). Фильтр должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 97-134).
3. Рассчитать чебышевский ступенчатый переход, обеспечивающий в полосе пропускания: $\lambda_{-n} = 10$ см, $\lambda_n = 5$ см – рассогласование $|\Gamma| \leq 0.05$. Согласуемые сопротивления: $r = 100$ Ом, $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Переход должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [2] с. 70-98).
4. Рассчитать гибридное кольцо с равным делением мощности для работы в диапазоне: $f_{-n} = 3$ ГГц, $f_n = 4$ ГГц. Ответвитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 75-91).

Вариант 4

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник для подавления побочных излучений, удовлетворяющий следующим техническим условиям : полоса пропускания $V_{\text{п}} \geq 20\%$;КСВ в полосе пропускания < 1.3 ;полоса подавления побочных излучений $f_{31} - f_{32} = 1.3f_2 - 4.5f_2$, где f_{31}, f_{32} –соответственно граничные частоты полосы заграждения, f_2 –наивысшая частота полосы пропускания; уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 40$ дБ ; центральная частота полосы пропускания $f_0 = 0.7$ ГГц ($\lambda_0 = 42.86$ см). Фильтр должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 71-97).
2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_{\text{п}} \geq 15\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.4 ;число заграждаемых гармоник $P=5$ (вторая, третья, четвертая, пятая, шестая т.е. $\nu = 6$) ; уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 40$ дБ ; центральная длина волны в полосе пропускания $\lambda_0 = 42.86$ см ($f_0 = 0.7$ ГГц). Фильтр должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 97-134).
3. Рассчитать ступенчатый переход с максимально плоской частотной характеристикой, обеспечивающий в полосе пропускания: $\lambda_{-n} = 10$ см , $\lambda_n = 5$ см – рассогласование $| \Gamma | \leq 0.05$. Согласуемые сопротивления: $r=100$ Ом, $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Переход должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [1] с. 70-98).
4. Рассчитать направленный ответвитель на связанных МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм)для работы в диапазоне: $f_{-n} = 3$ ГГц, $f_n = 4$ ГГц. Номинальное значение переходного ослабления $C_0 = -15$ дБ. Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 71-94).

Вариант 5

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_{\text{п}} \geq 40\%$; КСВ в полосе пропускания < 1.4 ; число заграждаемых гармоник $P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 30$ дБ; центральная длина волны полосы пропускания $\lambda_0 = 30$ см ($f_0 = 1$ ГГц). Фильтр должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6$; $tg\delta = 0.001$; $b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 71-97).
2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_{\text{п}} \geq 10\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.35 ; число заграждаемых гармоник $P=3$ (вторая, третья, четвертая т.е. $\nu = 4$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 60$ дБ. Минимальная ширина полоскового проводника в звене $W \geq 0.1$ мм. Центральная длина волны полосы пропускания $\lambda_0 = 30$ см ($f_0 = 1$ ГГц). Фильтр должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление входов $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 97-134).
3. Рассчитать чебышевский ступенчатый переход, обеспечивающий в полосе пропускания: $\lambda_{-n} = 15$ см, $\lambda_n = 7.5$ см – рассогласование $|G| \leq 0.02$. Согласуемые сопротивления: $r=80$ Ом, $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Переход должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [2] с. 70-98).
4. Рассчитать одноступенчатый трехдецибелльный кольцевой делитель мощности для работы в диапазоне: $f_{-n} = 3$ ГГц, $f_n = 4$ ГГц. Делитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7а, [2] с. 68-76).

Расчетно-графическая работа № 2

Вариант 1

1. Рассчитать проходной фазовращатель на двухшлейном трёхдецибельной мосте, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте $\Delta\varphi=45^\circ$, КСВ в диапазоне частот <1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [3]).
2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 1500$ МГц, коммутируемая импульсная мощность 80 Вт; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 10^{-5}$ с, период повторения импульсов $\tau_{\text{п}} = 10^{-3}$ с., потери загораживания $L_3 > 30$ дБ, потери пропускания $L_{\text{п}} < 0.5$ дБ, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор.}} > 10$ мВт., Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. (п.7а, [3]).
3. Рассчитать двухканальный переключатель последовательного типа, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в диапазоне частот <1.5 , вносимое ослабление открытого канала $L_{\text{ок}} < 1$ дБ, вносимое ослабление закрытого канала $L_{\text{зк}} > 20$ дБ, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Тип используемого диода 2A503A. Переключатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [3]).
4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 1-3 ГГц. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [3]).

Вариант 2

1. Рассчитать проходной шлейфный фазовращатель, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте $\Delta\varphi=22,5^\circ$, КСВ в диапазоне частот <1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [3]).
2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 2$ ГГц, коммутируемая импульсная мощность 80 Вт; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 1,5 \cdot 10^{-5}$ с, период повторения импульсов $\tau_{\text{п}} = 10^{-3}$ с., потери загораживания $L_3 > 40$ дБ, потери пропускания $L_{\text{п}} < 1$ дБ, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор.}} > 15$ Вт. Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. (п.7а, [3]).
3. Рассчитать двухканальный переключатель параллельного типа, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в диапазоне частот <1.5 , вносимое ослабление открытого канала $L_{\text{ок}} < 1$ дБ, вносимое ослабление закрытого канала $L_{\text{зк}} > 20$ дБ, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Тип используемого диода 2A503A. Переключатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [3]).
4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 2-4 ГГц. Интегральная схема должна быть реализована на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [2],[3]).

Вариант 3

1. Рассчитать проходной фазовращатель на переключаемых линиях, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте $\Delta\varphi=90^\circ$, КСВ в диапазоне частот <1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [3]).
2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 2$ ГГц, коммутируемая импульсная мощность 80 Вт; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 1,5 \cdot 10^{-5}$ с, период повторения импульсов $\tau_{\text{п}} = 10^{-3}$ с., потери загараждения $L_3 > 40$ дБ, потери пропускания $L_{\text{п}} < 1$ дБ, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор.}} > 15$ мВт,. Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. (п.7а, [3]).
3. Рассчитать двухканальный переключатель параллельно-последовательного типа, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в диапазоне частот <1.5 , вносимое ослабление открытого канала $L_{\text{ок}} < 1$ дБ, вносимое ослабление закрытого канала $L_{\text{зк}} > 20$ дБ, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Тип используемого диода 2A503A. Переключатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а,[3]).
4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 3-5 ГГц. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [2],[3]).

Вариант 4

1. Рассчитать петлевой фазовращатель, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте $\Delta\varphi=180^\circ$, КСВ в диапазоне частот <1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [3]).
2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 3$ ГГц, коммутируемая импульсная мощность 80 Вт; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 2,5 \cdot 10^{-5}$ с, период повторения импульсов $\tau_{\text{п}} = 10^{-3}$ с., потери загараждения $L_3 > 60$ дБ, потери пропускания $L_{\text{п}} < 1,5$ дБ, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор.}} > 25$ Вт. Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. (п.7а, [3]).
3. Рассчитать двухканальный переключатель с четвертьволновыми коммутируемыми шлейфами, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в диапазоне частот <1.5 , вносимое ослабление открытого канала $L_{\text{ок}} < 1$ дБ, вносимое ослабление закрытого канала $L_{\text{зк}} > 20$ дБ, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Тип используемого диода 2A503A. Переключатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а,[3]).
4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 4-6 ГГц. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7а, [2],[3]).

Вариант 5

1. Рассчитать проходной фазовращатель, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте $\Delta\varphi=45^\circ$, КСВ в диапазоне частот <1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1 \text{ мм}$; $t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7а, [3]).
2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 3.5 \text{ ГГц}$, коммутируемая импульсная мощность 80 Вт ; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ с}$, период повторения импульсов $\tau_{\text{п}} = 10^{-3} \text{ с}$, потери загораживания $L_3 > 65 \text{ дБ}$, потери пропускания $L_{\text{п}} < 2 \text{ дБ}$, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор}} > 25 \text{ мВт}$,. Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1 \text{ мм}$; $t = 0.05 \text{ мм}$). Волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. (п.7а, [3]).
3. Рассчитать двухканальный переключатель параллельного типа с четвертьволновыми коммутируемыми шлейфами, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в диапазоне частот <1.5 , вносимое ослабление открытого канала $L_{\text{ок}} < 1 \text{ дБ}$, вносимое ослабление закрытого канала $L_{\text{зк}} > 20 \text{ дБ}$, волновое сопротивление подводящих линий $\widetilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Тип используемого диода 2A503A. Переключатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1 \text{ мм}$; $t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7а,[3]).
4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 5-7 ГГц. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6$; $tg\delta = 0.0001$; $h = 1 \text{ мм}$; $t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7а, [2],[3]).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОКПРЭС

а) Основная литература:

1. Мишустин Б.А. Автоматизированный анализ линейных радиоэлектронных устройств./Под ред. Д.М. Сазонова.–М.:Моск. энерг. ин-т, 2012. –64 с.
2. Веселов Г.И. и др. Микроэлектронные устройства СВЧ: Уч. пособие для радиотехнических специальностей вузов \ Под ред. Г.И. Веселова. – М.: Высшая школа, 2015, -280 с. (Библиотека ВлГУ)
3. Федоренко И.А.Применение пакета программ Microwave Office 2009 AWR для проектирования микрополосковых устройств СВЧ [Электронный ресурс]: учебное пособие/Федоренко И.А.,Федоркова Н.В.-Электрон.текстовые данные.-М.:Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана,2012.-60 с.

б) Дополнительная литература:

1. Анализ и оптимизации СВЧ-структур с помощью HFSS [электронный ресурс] /Банков С.Е., Курушин А.А., Разевиг В.Д.-М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012.-216 с
2. Курушин А.А., Пластиков А.Н. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio.-М. Издательство МЭИ, 2012, -155с.
3. Сазонов Д.М., Гридин А.Н., Мишустин Б.А.- Устройства СВЧ.-М.: Высш. Школа, 1981.-295 с.

в) Методическая литература

1. Гаврилов В.М., Садовский Н.В., Ситнянский Б.Д. Расчёт на ЭВМ параметров полосовых линий и фазированных антенных решёток. Метод. указания по применению прикладных программ. Владимир, 2012,- 33 с.
2. Гаврилов В.М. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных устройств». Владимир, 2017.- 30 с.
3. Гаврилов В.М. Методические указания к лекциям по курсу «Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных устройств». Владимир, 2017. -15 с.

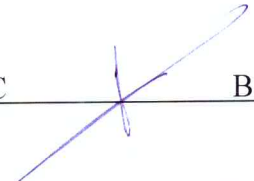
4. Гаврилов В.М. Методические указания к СРС по курсу «Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных устройств». Владимир, 2017. -16 с.

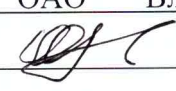
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОКПРЭС

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- компьютеры со специализированным программным обеспечением (2 шт.);
- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3, 335-3).

Программа составлена в соответствии с требованием ФГОС ВО по направлению 11.03.01 Радиотехника.

Рабочую программу составил профессор кафедры РТ и РС  В.М. Гаврилов

Рецензент(ы) Генеральный директор ОАО “Владимирское КБ Радиосвязи”
 А.Е. Богданов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 23 от 26.06.18 года.

Заведующий кафедрой РТ и РС  О.Р. Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления _____

Протокол № 10 от 27.06.18 года.

Председатель комиссии _____  О.Р. Никитин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 19/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 13 от 26.06.19 года

Заведующий кафедрой  ор Жакипова

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

Кафедра радиотехники и радиосистем

Актуализированная
рабочая программа
рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры
протокол № ____ от ____ 2018 г.
Заведующий кафедрой

(подпись, ФИО)

Актуализация рабочей программы дисциплины

(наименование дисциплины)

Направление подготовки

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования

Форма обучения

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена: _____
(подпись, должность, ФИО)

а) основная литература: _____ (не более 5 книг)

б) дополнительная литература: _____

в) периодические издания: _____

г) интернет-ресурсы: _____