

Министерство науки и высшего образования 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

« 01 » 09 2020 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Направление подготовки 11.03.01 Радиотехника

Профиль/программа подготовки Электронные цифровые устройства и системы

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
5	5/180	18	-	36	126	зачет
Итого	5/180	18	-	36	126	зачет

Владимир 2020

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение современных методов компьютерного проектирования и моделирования линейных электронных устройств, приобретение практических навыков автоматизированного проектирования высокочастотных радиоэлектронных устройств с использованием современных средств вычислительной техники.

Задачи: подготовка в области компьютерного проектирования и моделирования электронных устройств для профессиональной деятельности специалиста: научно-исследовательской, проектной.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Основы компьютерного проектирования и моделирования электронных устройств относится к вариативной части.

Пререквизиты дисциплины: физика радиоволн, электродинамика и распространение радиоволн, устройства СВЧ и антенны, основы компьютерных технологий в электронике, основы конструирования и технологии производства электронных средств.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.

Код формируемых компетенций.	Уровень освоения компетенций..	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	Частичное освоение.	Знать: математические методы и приемы автоматизации операций при разработке и изготовлении радиоэлектронных устройств.
	Неполное освоение.	Знать: математические методы и приемы автоматизации операций при разработке и изготовлении радиоэлектронных устройств. Уметь: применять математические методы и приемы автоматизации операций при разработке и изготовлении радиоэлектронных устройств.
	Полное освоение.	Знать: математические методы и приемы автоматизации операций при разработке и изготовлении радиоэлектронных устройств. Уметь: применять матема-

		<p>тические методы и приемы автоматизации операций при разработке и изготовлении радиоэлектронных устройств. Владеть: математическими методами и приемами автоматизации операций при разработке и изготовлении радиоэлектронных устройств.</p>
<p>ОПК-4 Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации.</p>	<p>Частичное освоение.</p>	<p>Знать: современные компьютерные технологии, необходимые для подготовки конструкторской документации на радиоэлектронные устройства с учетом стандартов, норм и правил.</p>
	<p>Неполное освоение.</p>	<p>Знать: современные компьютерные технологии, необходимые для подготовки конструкторской документации на радиоэлектронные устройства с учетом стандартов, норм и правил. Уметь: применять современные компьютерные технологии, необходимые для подготовки конструкторской документации на радиоэлектронные устройства с учетом стандартов, норм и правил.</p>
	<p>Полное освоение.</p>	<p>Знать: современные компьютерные технологии, необходимые для подготовки конструкторской документации на радиоэлектронные устройства с учетом стандартов, норм и правил. Уметь: применять современные компьютерные технологии, необходимые для подготовки конструкторской документации на радиоэлектронные устройства с учетом стандартов, норм и правил. Владеть: современными компьютерными технологиями, необходимыми для подготовки конструкторской документации на радиоэлектронные устройства с учетом стандартов, норм и правил.</p>
<p>ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым</p>	<p>Частичное освоение.</p>	<p>Знать: математические методы моделирования радиоэлектронных устройств по типовым методикам, в том числе, с использованием пакетов прикладных программ</p>
	<p>Неполное освоение.</p>	<p>Знать: математические методы моделирования радиоэлектронных устройств по типовым методикам, в том числе, с использованием пакетов прикладных прог -</p>

<p>методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.</p>	<p>Полное освоение.</p>	<p>рамм Уметь: применять математические методы моделирования радиоэлектронных устройств по типовым методикам, в том числе, с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p>Знать: математические методы моделирования радиоэлектронных устройств по типовым методикам, в том числе с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p>Уметь: применять математические методы моделирования радиоэлектронных устройств по типовым методикам, в том числе, с использованием пакетов прикладных программ. Владеть: математическими методами моделирования радиоэлектронных устройств по типовым методикам, в том числе, с использованием пакетов прикладных программ.</p>
<p>ПК-3</p> <p>Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.</p>	<p>Частичное освоение.</p> <p>Неполное освоение.</p> <p>Полное освоение.</p>	<p>Знать: методы расчета и проектирования элементов и устройств радиоэлектронных систем с использованием средств автоматизированного проектирования в соответствии с техническим заданием.</p> <p>Знать: методы расчета и проектирования элементов и устройств радиоэлектронных систем с использованием средств автоматизированного проектирования в соответствии с техническим заданием. Уметь: применять методы расчета и проектирования элементов и устройств радиоэлектронных систем с использованием средств автоматизированного проектирования в соответствии с техническим заданием.</p> <p>Знать: методы расчета и проектирования элементов и устройств радиоэлектронных систем с использованием средств автоматизированного проектирования в соответствии с техническим заданием. Уметь: применять методы расчета и проектирования элементов и устройств радиоэлектронных систем с использованием средств автоматизированного проектирования в соответствии с техническим заданием. Владеть: методами расчета и проектирования элементов и устройств ради-</p>

		оэлектронных систем с использованием средств автоматизированного проектирования в соответствии с техническим заданием.
--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Автоматизация разработки и изготовления радиоэлектронных устройств	5	1	1			7	0,5/50	
2	Формализация расчета радиоэлектронных устройств в программе МАКЕТ	5	2	1			7	0,5/50	
		5	3	1			7	0,5/50	
		5	4	1			7	0,5/50	
3	Входной язык программы МАКЕТ	5	5	1			7	0,5/50	
		5	6	1			7	0,5/50	Рейтинг-контроль 1
4	Описание программы МАКЕТ	5	7	1			7	0,5/50	
		5	8	1			7	0,5/50	
5	Библиотека элементов программы МАКЕТ	5	9	1			7	0,5/50	
		5	10	1			7	0,5/50	
6	Проектирование и моделирование СВЧ устройств с помощью программы МАКЕТ		11	1		4	7	2,5/50	
		5	12	1		4	7	2,5/50	Рейтинг-контроль 2
		5	13	1		4	7	2,5/50	
		5	14	1		8	7	4,5/50	
		5	15	1		8	7	4,5/50	
		5	16	1		8	7	4,5/50	
7	Оптимизация	5	17	1			7	0,5/50	

проектирования радиоэлектронных устройств	5	18	1		7	0,5/50	Рейтинг-контроль 3	
Всего за 5 семестр			18		36	126	27/50	Зачет
Наличие в дисциплине КР/КП								
Итого по дисциплине			18		36	126	27/50	Зачет

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Автоматизация разработки и производства радиоэлектронных устройств.

Тема 1. Этапы разработки радиоэлектронных устройств и возможности их автоматизации.

Выбор вариантов будущего устройства. Расчет рабочих характеристик. Возможность синтеза этапов разработки. Два принципа реализуемых на этапе расчета радиоэлектронных устройств. Особенности программ для расчета линейных и нелинейных радиоэлектронных устройств.

Тема 2. Назначение и общие свойства программы МАКЕТ.

Применение матрицы рассеяния в качестве универсальной характеристики отдельных элементов устройства в программе МАКЕТ. Особенности использования матрицы рассеяния при расчете низкочастотных и высокочастотных схем. Принцип последовательного соединения элементов на каждом этапе процесса.

Раздел 2. Формализация расчета характеристик радиоэлектронных устройств в программе МАКЕТ.

Тема 1. Декомпозиция устройств.

Разбиение устройства на простейшие элементы. Библиотека базовых элементов, как основа декомпозиции. Матрица инцидентий.

Тема 2. Формализация описания библиотечных элементов.

Общие свойства многополюсников, образующих библиотеку программы МАКЕТ. Подпрограммы для расчета матрицы рассеяния библиотечных элементов и исходные данные для них. Формализация представления библиотечных элементов.

Тема 3. Формализация описания соединения элементов.

Структура соединения элементов в программе МАКЕТ: перечень номеров элементов устройства, структура соединения элементов устройства.

Тема 4. Алгоритм объединения элементов устройства.

Метод последовательного объединения матриц рассеяния базовых элементов по рекуррентному принципу. Матрица рассеяния многополюсника, образованного соединением двух его входов.

Раздел 3. Входной язык программы МАКЕТ.

Тема 1. Формат исходных данных.

Исходная информация для компьютера о рассчитываемом устройстве. Числовые последовательности, формирующие входной язык программы МАКЕТ. Исходные данные для автоматизированного и диалогового режимов.

Тема 2. Подготовка исходных данных для программы МАКЕТ.

Запись информации об устройстве на входном языке программы МАКЕТ. Подготовка исходных данных. Корреляция между исходными данными. Представление результатов расчета в программе МАКЕТ.

Раздел 4. Описание программы МАКЕТ.

Тема 1. Программа МАКЕТ для автоматизированного режима.

Структурная схема программы. Головная подпрограмма, подпрограмма библиотеки. Функциональные задачи головной подпрограммы. Задачи решаемые в подпрограмме библиотека.

Тема 2. Программа МАКЕТ для диалогового режима.

Структурная схема программы. Функциональные задачи головной подпрограммы и подпрограммы библиотека, решаемые в программе МАКЕТ в диалоговом режиме.

Раздел 5. Библиотека элементов программы МАКЕТ.

Тема 1. Содержание основной части.

Назначение вычислительных подпрограмм, образующих библиотеку программы МАКЕТ. Характеристики элементов и узлов СВЧ устройств, включенных в библиотеку программы МАКЕТ.

Тема 2. Включение в расчет элементов, не предусмотренных в библиотеке программы МАКЕТ.

Формирование неизвестных элементов соединением соответствующим образом библиотечных элементов программы МАКЕТ. Расширение библиотеки путем включения в нее дополнительных подпрограмм для вычисления матрицы рассеяния элементов, не предусмотренных в библиотеке программы МАКЕТ.

Раздел 6. Проектирование и моделирование СВЧ устройств с помощью программы МАКЕТ.

Тема 1. Моделирование узкополосного согласования линий передачи.

Расчет схем узкополосного согласования. Формализация схем и подготовка исходных данных для моделирования характеристик схем с помощью программы МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета в программе МАКЕТ.

Тема 2. Моделирование широкополосного согласования полных сопротивлений.

Расчет согласующих устройств с оптимальными частотными характеристиками для резонансных нагрузок. Расчет широкополосного согласования активных нагрузок. Формализация схем широкополосного согласования и подготовка исходных данных для моделирования

характеристик схем с помощью программы МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета в программе МАКЕТ.

Тема 3. Моделирование направленных ответвителей, мостов, делителей и сумматоров мощности.

Расчет направленных ответвителей, мостов, делителей и сумматоров мощности на планарных линиях передачи. Формализация схем устройств СВЧ и подготовка исходных данных для моделирования характеристик схем с помощью программы МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета в программе МАКЕТ.

Тема 4. Расчет и моделирование планарных фильтров СВЧ.

Расчет фильтров СВЧ на планарных линиях передачи: ФНЧ, ФВЧ, ППФ, ПЗФ. Формализация схем фильтров СВЧ и подготовка исходных данных для моделирования характеристик схем с помощью программы МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета в программе МАКЕТ.

Тема 5. Расчет и моделирование планарных устройств СВЧ управления фазой и амплитудой сигнала.

Расчет устройств СВЧ управления фазой и амплитудой сигнала на планарных линиях передачи. Формализация схем управления и подготовка исходных данных для моделирования характеристик с помощью программы МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета в программе МАКЕТ.

Тема 6. Расчет и моделирование характеристик транзисторных усилителей СВЧ.

Аналитический синтез линейного транзисторного усилителя СВЧ в интегральном исполнении. Формализация схемы усилителя и подготовка исходных данных для моделирования характеристик с помощью программы МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета в программе МАКЕТ.

Раздел 7. Оптимизация проектирования радиоэлектронных устройств.

Тема 1. Принципы численной оптимизации.

Процесс улучшения характеристик устройства на основе исходного варианта. Сущность процесса компьютерной оптимизации. Целевая функция и методы численной оптимизации. Специфика оптимального проектирования СВЧ устройств.

Тема 2. Целевая функция оптимизации устройств СВЧ.

Целевая функция и матрица рассеяния оптимизируемого устройства. Простейшая оценка результата оптимизации устройства СВЧ. Построение целевой функции и ее роль в задачах оптимизации. Параметрический синтез оптимального устройства в диалоговом режиме.

Тема 3. Программа анализа оптимизируемого устройства.

Эффективность методов численной оптимизации. Содержание задачи оптимизации при проектировании СВЧ устройств и возможности ее реализации.



## Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 6. Проектирование и моделирование СВЧ устройств с помощью программы МАКЕТ.

Тема 1. Моделирование узкополосного согласования линий передачи.

Расчет схем узкополосного согласования. Формализация схем и подготовка исходных данных для моделирования характеристик схем с помощью программы МАКЕТ. Расчет и моделирование схем в программе МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета.

Тема 2. Моделирование широкополосного согласования полных сопротивлений.

Расчет согласующих устройств с оптимальными частотными характеристиками для резонансных нагрузок. Расчет широкополосного согласования активных нагрузок. Формализация схем широкополосного согласования и подготовка исходных данных для моделирования характеристик схем с помощью программы МАКЕТ. Расчет и моделирование схем в программе МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета.

Тема 3. Моделирование направленных ответвителей, мостов, делителей и сумматоров мощности.

Расчет направленных ответвителей, мостов, делителей и сумматоров мощности на планарных линиях передачи. Формализация схем устройств СВЧ и подготовка исходных данных для моделирования характеристик схем с помощью программы МАКЕТ. Расчет и моделирование схем в программе МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета в.

Тема 4. Расчет и моделирование планарных фильтров СВЧ.

Расчет фильтров СВЧ на планарных линиях передачи: ФНЧ, ФВЧ, ППФ, ПЗФ. Формализация схем фильтров СВЧ и подготовка исходных данных для моделирования характеристик схем с помощью программы МАКЕТ. Расчет и моделирование схем в программе МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета.

Тема 5. Расчет и моделирование планарных устройств СВЧ управления фазой и амплитудой сигнала.

Расчет устройств СВЧ управления фазой и амплитудой сигнала на планарных линиях передачи. Формализация схем управления и подготовка исходных данных для моделирования характеристик с помощью программы МАКЕТ. . Расчет и моделирование схем в программе МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета.

Тема 6. Расчет и моделирование характеристик транзисторных усилителей СВЧ.

Аналитический синтез линейного транзисторного усилителя СВЧ в интегральном исполнении. Формализация схемы усилителя и подготовка исходных данных для моделирования характеристик с помощью программы МАКЕТ. . Расчет и моделирование схем в программе МАКЕТ. Представление и анализ результатов расчета.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Основы компьютерного проектирования и моделирования электронных устройств» используются разнообразные образовательные технологии, как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивных методы обучения:

- Интерактивные лекции (раздел № 1, темы № 1, 2; раздел № 2, темы № 1, 2, 3, 4; раздел № 3, темы № 1, 2; раздел № 4, темы № 1, 2; раздел № 5, темы № 1, 2; раздел № 6, темы № 1, 2, 3, 4, 5, 6; раздел № 7, темы № 1, 2, 3);
- Интерактивные лабораторные работы (раздел № 6, темы № 1, 2, 3, 4, 5, 6);
- Интерактивная СРС (раздел № 1, темы № 1, 2; раздел № 2, темы № 1, 2, 3, 4; раздел № 3, темы № 1, 2; раздел № 4, темы № 1, 2; раздел № 5, темы № 1, 2; раздел № 6, темы № 1, 2, 3, 4, 5, 6; раздел № 7, темы № 1, 2, 3).

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

Текущий контроль успеваемости.

Рейтинг-контроль №1

1. Основные этапы разработки радиоэлектронных устройств и возможность их автоматизации, (п.7а, [1] с. 3-4).
2. Принципы реализуемые в компьютерных программах для расчета радиоэлектронных устройств, (п.7а, [1] с.4).
3. Особенности программ для расчета нелинейных и линейных радиоэлектронных устройств, (п.7а, [1] с.4).
4. Выбор матрицы рассеяния в качестве универсальной характеристики при компьютерном расчете линейных радиоэлектронных устройств, (п.7а, [1] с.4-6).
5. Декомпозиция устройств в программе МАКЕТ, (п.7а, [1] с. 6-7).
6. Формальное описание библиотечных элементов в программе МАКЕТ, (п.7а, [1] с. 7-8).
7. Формальное описание соединения элементов в программе МАКЕТ, (п.7а, [1] с. 8-10).
8. Алгоритм объединения элементов устройства в программе МАКЕТ, (п.7а, [1] с. 10-11).

Рейтинг-контроль №2

9. Формат исходных данных в программе МАКЕТ, (п.7а, [1] с. 11-15).

10. Подготовка исходных данных для программы МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 15-24).
11. Структурная схема программы МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 24-28).
12. Библиотека элементов программы МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 29-32).
13. Компьютерное моделирование схем узкополосного согласования комплексных нагрузок (п.7б, [3] с. 31-35).
14. Компьютерное моделирование устройств широкополосного согласования активных сопротивлений , (п.7б, [4] с. 27-33).
15. Компьютерное моделирование фильтра нижних частот, , (п.7а, [2] с. 87-101).

#### Рейтинг-контроль №3

16. Компьютерное моделирование полосно-пропускающего фильтра, (п.7а, [2] с. 87-101).
17. Компьютерное моделирование схемы квадратный мост, (п.7а, [2] с. 87-101).
18. Компьютерное моделирование схемы гибридное кольцо. (п.7а, [2] с. 87-101).
19. Компьютерное моделирование кольцевого делителя мощности,(п.7а, [2] с. 70-73).
20. Компьютерное моделирование коммутатора с реактивными шлейфами, (п.7а, [2] с. 78-83).
21. Компьютерное моделирование дискретного фазовращателя, (п.7а, [2] с. 76-78).
22. Компьютерное моделирование маломощного транзисторного усилителя, (п.7а, [2] с. 200-224).

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.

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 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.
9. Формат исходных данных в программе МАКЕТ.
10. Подготовка исходных данных для программы МАКЕТ.
11. Структурная схема программы МАКЕТ.

12. Библиотека элементов программы МАКЕТ.
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.

Самостоятельная работа студентов (СРС).

СРС с лекционными материалами.

1. Основные этапы разработки радиоэлектронных устройств и возможность их автоматизации, (п.7а, [1] с. 3-4).
2. Принципы реализуемые в компьютерных программах для расчета радиоэлектронных устройств, (п.7а, [1] с.4).
3. Особенности программ для расчета нелинейных и линейных радиоэлектронных устройств , (п.7а, [1] с.4).
4. Выбор матрицы рассеяния в качестве универсальной характеристики при компьютерном расчете линейных радиоэлектронных устройств , (п.7а, [1] с.4-6).
5. Декомпозиция устройств в программе МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 6-7).
6. Формальное описание библиотечных элементов в программе МАКЕТ, (п.7а, [1] с. 7-8).
7. Формальное описание соединения элементов в программе МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 8-10).
8. Алгоритм объединения элементов устройства в программе МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 10-11).
9. Формат исходных данных в программе МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 11-15).
10. Подготовка исходных данных для программы МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 15-24).
11. Структурная схема программы МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 24-28).
12. Библиотека элементов программы МАКЕТ , (п.7а, [1] с. 29-32).
13. Компьютерное моделирование схем узкополосного согласования комплексных нагрузок (п.7б, [3] с. 31-35).

14. Компьютерное моделирование устройств широкополосного согласования активных сопротивлений, (п.7б, [4] с. 27-33).
15. Компьютерное моделирование фильтра нижних частот, (п.7а, [2] с. 87-101).
16. Компьютерное моделирование полосно-пропускающего фильтра, (п.7а, [2] с. 87-101).
17. Компьютерное моделирование схемы квадратный мост, (п.7а, [2] с. 87-101).
18. Компьютерное моделирование схемы гибридное кольцо, (п.7а, [2] с. 87-101).
19. Компьютерное моделирование кольцевого делителя мощности, (п.7а, [2] с. 70-73).
20. Компьютерное моделирование коммутатора с реактивными шлейфами, (п.7а, [2] с. 78-83).
21. Компьютерное моделирование дискретного фазовращателя, (п.7а, [2] с. 76-78).
22. Компьютерное моделирование маломощного транзисторного усилителя, (п.7а, [2] с. 200-224).

Контрольные работы для СРС.

### Контрольная работа № 1

#### Вариант 1

1. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания  $V_{\text{п}} \geq 7\%$ , 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 ( $\epsilon = 2.6$ ;  $tg\delta = 0.001$ ;  $b = 4$  мм;  $t = 0.05$  мм). Волновое сопротивление подводящих линий  $\tilde{\rho} = 50$  Ом, (п.7а, [1] с. 97-104).
2. 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 ( $\epsilon = 2.6$ ;  $tg\delta = 0.001$ ;  $b = 4$  мм;  $t = 0.05$  мм), (п.7а, [1] с.39-51).
3. Рассчитать трехдецибелльный двухшлейфный ответвитель для работы в диапазоне:  $f_{-n} = 3$  ГГц,  $f_n = 4$  ГГц. Ответвитель должен быть реализован на МПЛ ( $\epsilon = 9.6$ ;  $tg\delta = 0.0001$ ;  $h = 1$  мм;  $t = 0.05$  мм). Волновое сопротивление подводящих линий  $\tilde{\rho}_0 = 50$  Ом, (п.7а, [1] с. 75-91).

#### Вариант 2

1. 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  $\widetilde{\rho}_0 = 50$  Ом, (п.7а, [1] с. 97-134).

2. 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,  $\widetilde{\rho}_0 = 50$  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).
3. Рассчитать трехдецибелный 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  $\widetilde{\rho}_0 = 50$  Ом, (п.7а, [1] с. 75-91).

### Вариант 3

1. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания  $V_n \geq 15\%$ , 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  $\widetilde{\rho}_0 = 50$  Ом, (п.7а, [1] с. 97-134).
2. 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,  $\widetilde{\rho}_0 = 50$  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).
3. 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  $\widetilde{\rho}_0 = 50$  Ом, (п.7а, [1] с. 75-91).

### Вариант 4

1. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания  $V_n \geq 15\%$ , 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  $\widetilde{\rho}_0 = 50$  Ом, (п.7а, [1] с. 97-134).
2. 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).

3. 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, [1] с. 71-94).

#### Вариант 5

1. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания  $V_n \geq 10\%$ , 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, [1] с. 97-134).
2. Рассчитать чебышевский ступенчатый переход, обеспечивающий в полосе пропускания:  $\lambda_{-n} = 15$  см,  $\lambda_n = 7.5$  см – рассогласование  $|\Gamma| \leq 0.02$ . 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, [1] с. 70-98).
3. 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, [1] с. 68-76).

### Контрольная работа № 2

#### Вариант 1

1. Рассчитать проходной фазовращатель на двухшлейном трёхдецибелльной 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  $\tilde{\rho}_0 = 50$  Ом. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ( $\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1$  мм;  $t = 0.05$  мм), (п.7а, [4]).
2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота  $f_0 = 1500$  МГц, коммутируемая импульсная мощность 80 Вт; длительность импульса  $\tau_{и} = 10^{-5}$  с, период повторения импульсов  $\tau_{п} = 10^{-3}$  с., потери заграждения  $L_3 > 30$  дБ, потери

пропускания  $L_{\text{п}} < 0.5\text{дБ}$ , порог ограничения по непрерывной мощности  $P_{\text{пор.}} > 10\text{мВт.}$ . Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ( $\epsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1\text{ мм}; t = 0.05\text{ мм}$ ). Волновое сопротивление подводящих линий  $\widetilde{\rho}_0 = 50\text{ Ом.}$  (п.7а, [4]).

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  $L_{\text{ок}} < 1\text{дБ}$ , 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 ( $\epsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1\text{ мм}; t = 0.05\text{ мм}$ ), (п.7а, [4]).

### 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  $\widetilde{\rho}_0 = 50\text{ Ом.}$  Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ( $\epsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1\text{ мм}; t = 0.05\text{ мм}$ ), (п.7а, [4]).
2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота  $f_0 = 2\text{ ГГц}$ , коммутируемая импульсная мощность  $80\text{ Вт}$ ; длительность импульса  $\tau_{\text{и}} = 1,5 \cdot 10^{-5}\text{ с.}$ , период повторения импульсов  $\tau_{\text{п}} = 10^{-3}\text{ с.}$ , потери заграждения  $L_3 > 40\text{дБ}$ , потери пропускания  $L_{\text{п}} < 1\text{дБ}$ , порог ограничения по непрерывной мощности  $P_{\text{пор.}} > 15\text{мВт.}$  Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ( $\epsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1\text{ мм}; t = 0.05\text{ мм}$ ). Волновое сопротивление подводящих линий  $\widetilde{\rho}_0 = 50\text{ Ом.}$  (п.7а, [4]).
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  $L_{\text{ок}} < 1\text{дБ}$ , 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 ( $\epsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1\text{ мм}; t = 0.05\text{ мм}$ ), (п.7а, [4]).

### Вариант 3

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, [4]).

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 заграждения  $L_3 > 40$  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, [4]).
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, [4]).

#### 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, [4]).
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 заграждения  $L_3 > 60$  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, [4]).
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 ( $\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$ ), (п.7а,[4]).

## 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, [4]).
2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота  $f_0 = 3.5 \text{ ГГц}$ , коммутируемая импульсная мощность  $80 \text{ Вт}$ ; длительность импульса  $\tau_{\text{и}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ с}$ , период повторения импульсов  $\tau_{\text{п}} = 10^{-3} \text{ с}$ , потери загораживания  $L_{\text{з}} > 65 \text{ дБ}$ , 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, [4]).
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,[4]).

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Книгообеспеченность.

№ п/п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке университета	Наличие в электронной библиотеки ВлГУ
1	2	3	4	5
7а	Основная литература			
1	Мишустин Б.А. Автоматизированный анализ линейных радиоэлектронных устройств: Уч. пособие	2012		<a href="http://www.lanbook.com/books/element.php?p/1_cid/68">http://www.lanbook.com/books/element.php?p/1_cid/68</a>

	для радиотехнических специальностей вузов/Под ред. Д.М. Сазонова.-М.:Изд . МЭИ, 2012.-64 с.- ISBN 978-5-98281-329-9.			&p/1_id=1107
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.- ISBN 5-06-001170-4.	2015		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367972">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367972</a>
3	Федоренко И.А. Применение пакета программ Microwave Office 2009 AWR для проектирования микрополосковых устройств СВЧ [Электронный ресурс ]: учебное пособие/Федоренко И.А., Федорова Н.В.-Электрон.текстовые данные.-М.:Изд.МГТУ им.Н.Э. Баумана,2012.-60 с.- ISBN 978-5-98281-329-9.	2012		<a href="http://l.lanbook.com/books/element.php?p/1_id=58398">http://l.lanbook.com/books/element.php?p/1_id=58398</a>
7б	Дополнительная литература			
1	Плавский Л.Г. Интегральные устройства электроники: учебно-методическое пособие / Л.Г. Плавский. Новосибирск: Изд. Новосибирского Государственного технического университета. 2013. – 31 с.- ISBN 978-5-98281-329-9	2013		<a href="http://www.iprbooksshop.ru/13874.html">http://www.iprbooksshop.ru/13874.html</a>
2	Технологическая оптимизация микроэлектронных устройств СВЧ: учебное пособие / А.Г. Гудков, С.А. Мешков, М.А. Синельщикова, Е.А. Скороходов. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 44 с. ISBN 978-5-7038-3928	2014		<a href="http://iprbooksshop.ru/13969">http://iprbooksshop.ru/13969</a>

## 7.2. Периодические издания .

### 7.3. Интернет-ресурсы:

[http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367972;](http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=367972)

[http://www.lanbook.com/books/element.php?p/1\\_cid/68&p/1\\_id=1107;](http://www.lanbook.com/books/element.php?p/1_cid/68&p/1_id=1107;)

[http://l.lanbook.com/books/element.php?p/1\\_id=58398](http://l.lanbook.com/books/element.php?p/1_id=58398)

[http://www.iprbooksshop.ru/13874.html;](http://www.iprbooksshop.ru/13874.html)

[http://iprbooksshop.ru/13969;](http://iprbooksshop.ru/13969)

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеется специальное помещение для проведения занятий лекционного и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы. Лекционные и лабораторные занятия проводятся в лаборатории Антенн и устройств СВЧ (510-3). Материально-техническое обеспечение дисциплины включает: компьютеры со специализированным программным обеспечением МАКЕТ для выполнения 6 виртуальных лабораторных работ.

Рабочую программу составил профессор кафедры РТ и РС \_\_\_\_\_ В.М. Гаврилов  
Рецензент Генеральный директор ОАО

“Владимирское КБ Радиосвязи” \_\_\_\_\_ А.Е.Богданов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1 от 31.01.20 года.

Заведующий кафедрой РТ и РС \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 11.03.01 Радиотехника

Протокол № 1 от 1.09.20 года.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ О.Р.Никитин

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

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 \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины Основы компьютерного проектирования и моделирования электронных устройств образовательной программы направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, направленность: бакалавриат.

Номер изменения	Внесены изменения в части/ разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1	2	3	4

Зав. кафедрой