


**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)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

  
Галкин А.А.  
« 1 » 09 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ СВЧ**

**направление подготовки / специальность**

11.03.01 Радиотехника

**направленность (профиль) подготовки**

Электронные цифровые устройства и системы

г. Владимир

Год 2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Компьютерное моделирование устройств СВЧ» является 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

Дисциплина «Компьютерное моделирование устройств СВЧ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает принципы сбора и обобщения информации. УК-1.2. Умеет соотнести разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Знает методы и приемы при поиске, критическом анализе и синтезе информации, применительно к задачам компьютерного проектирования и моделирования электронных устройств. Умеет соотнести и систематизировать приемы и методы при компьютерном проектировании и моделировании электронных устройств. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками, включающими описание методов и приемов автоматизации операций	Тестовые вопросы. Практикоориентированные задания к лабораторным работам и практическим занятиям.

		при разработке и моделировании электронных устройств.	
ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.	<p>ПК-2.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.</p> <p>ПК-2.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.</p>	<p>Знает математические методы моделирования радиоэлектронных устройств по типовым методикам, в том числе, с использованием пакетов прикладных программ. Умеет применять математические методы моделирования радиоэлектронных устройств по типовым методикам, в том числе, с использованием пакетов прикладных программ.</p> <p>Владеет математическими методами моделирования радиоэлектронных устройств по типовым методикам, в том числе, с использованием пакетов прикладных программ.</p>	<p>Тестовые вопросы.</p> <p>Практикоориентированные задания к лабораторным работам и практическим занятиям.</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Автоматизация разработки и изготовления радиоэлектронных устройств	5	1	1	1			8	
		5	2	1	1			8	
2	Формализация расчета радиоэлектронных устройств в программе МАКЕТ	5	3	1	1			8	
		5	4	1	1			8	
3	Входной язык программы МАКЕТ	5	5	1	1			8	
		5	6	1	1			8	Рейтинг-контроль 1
		5	7	1	1			8	
4	Описание программы МАКЕТ	5	8	1	1		1	8	
		5	9	1	1		1	8	
		5	10	1	1		1	8	
5	Библиотека элементов программы МАКЕТ	5	11	1	1		1	8	
		5	12	1	1		1	8	Рейтинг-контроль 2
		5	13	1	1		1	8	
6	Проектирование и моделирование СВЧ устройств с помощью программы МАКЕТ	5	14	1	1		1	8	
		5	15	1	1		1	8	
		5	16	1	1		1	8	
		5	17	1	1		1	8	
		5	18	1	1		1	8	Рейтинг-контроль 3
Всего за 5 семестр:				18	18			144	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине				18	18			144	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 практических 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.

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

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Рейтинг-контроль 1**

1. Этап синтеза радиоэлектронных устройств «.....» быть автоматизирован, т. к. он заключается в принятии некоторых неформальных решений.

- 1) не может;
- 2) может;
- 3) в определенном случае может.

2. Расчет характеристик устройства «.....» автоматизировать, т. к. его содержанием являются формальные операции, выполняемые по определенным алгоритмам.

- 1) можно;
- 2) невозможно;
- 3) в определенном случае невозможно.

3. Компьютерные программы, предназначенные для расчета радиоэлектронных устройств реализуют следующие принципы: должны иметься «.....», «.....».

- 1) библиотека элементов; алгоритм соединения элементов;
- 2) уравнения Кирхгофа; решения уравнений Кирхгофа для токов и напряжений;
- 3) матрица рассеяния относительно входных линий; матрица сопротивлений.

4. В качестве характеристики каждого отдельного элемента устройства в программе МАКЕТ принята «.....».

- 1) матрица рассеяния;
  - 2) матрица передачи;
  - 3) матрица сопротивлений.
5. В соотношении  $||u^{отр}|| = ||S|| ||u^{пад}||$ , где  $||u^{отр}||$  и  $||u^{пад}||$  - матрицы столбцы,  $||S||$  - квадратная матрица ( $N \times N$ ), называемая «.....».
- 1) матрицей рассеяния;
  - 2) матрицей передачи;
  - 3) матрицей сопротивлений.
6. Элемент матрицы матрицей рассеяния  $||S|| S_{jj} = \dot{u}_j^{отр} / \dot{u}_j^{пад}$ , имеет смысл «.....» на полюсах  $j$ - $j$  многополюсника.
- 1) коэффициента отражения;
  - 2) коэффициента передачи;
  - 3) развязки.
7. Элемент матрицы матрицей рассеяния  $||S|| S_{qj} = \dot{u}_q^{отр} / \dot{u}_j^{пад}$  имеет смысл «.....» по нормированному напряжению от полюсов  $j$ - $j$  к полюсам  $q$ - $q$  многополюсника.
- 1) коэффициента передачи;
  - 2) коэффициента отражения;
  - 3) развязки.
8. Результатом расчета в программе МАКЕТ является «.....» устройства в зависимости от частоты.
- 1) матрица рассеяния;
  - 2) матрица передачи;
  - 3) матрица сопротивлений.
9. «.....» устройства – разбиение его на простейшие библиотечные элементы.
- 1) декомпозиция;
  - 2) формализация;
  - 3) реструктуризация.
10. Формальным представлением библиотечного элемента в программе МАКЕТ является его «.....» и необходимый набор параметров и номиналов элемента.
- 1) библиотечный номер;
  - 2) собственный номер при сквозной нумерации;
  - 3) название элемента.

## Рейтинг-контроль 2

1. Формальное описание соединения элементов в программе МАКЕТ осуществляется с помощью двух последовательностей: «.....» всех элементов, «.....» всех элементов.

- 1) собственной нумерации; перечня входов;
  - 2) библиотечных номеров; параметров;
  - 3) параметров; номиналов.
2. Матрица рассеяния устройства вычисляется в программе МАКЕТ методом «.....» матриц рассеяния базовых элементов по «.....» принципу.
- 1) последовательного объединения; рекуррентному;
  - 2) сложения; единому;
  - 3) обращения; каскадно-последовательному.
3. «.....» служит для сообщения компьютеру исходной информации о рассчитываемом устройстве.
- 1) входной язык;
  - 2) описание конструкции;
  - 3) схематичное описание.
4. Основным входным языком программы МАКЕТ являются «.....».
- 1) числовые последовательности;
  - 2) функциональные последовательности;
  - 3) рекуррентные соотношения.
5. «.....» - запись информации о рассчитываемом устройстве на входном языке программы.
- 1) подготовка исходных данных;
  - 2) контроль форматирования исходных данных;
  - 3) контроль очередности чисел в последовательностях.
6. Программа МАКЕТ состоит из «.....» частей.
- 1) семи;
  - 2) трех;
  - 3) двух.
7. Назначение «.....» МАКЕТ состоит в обеспечении связи между подпрограммами и в распределении оперативной памяти.
- 1) головной программы;
  - 2) подпрограммы- библиотеки;
  - 3) подпрограммы резервирования исходных данных.
8. В «.....» программы МАКЕТ рассчитываются матрицы рассеяния элементов, входящих в устройство.
- 1) подпрограмме-библиотеке;
  - 2) головной программе;

3) подпрограммы резервирования матриц элементов.

9. Подпрограмма «.....» программы МАКЕТ осуществляет диалог, выводя на экран запросы и соответствующие бланки для заполнения.

- 1) ввода исходных данных;
- 2) резервирования исходных данных;
- 3) резервирования матриц элементов.

10. «.....» программы МАКЕТ обеспечивает перемещение указателя в любую числовую позицию в пределах бланка, пропускает позиции разделителей, запрещает выход курсора за пределы бланка, блокирует клавиши ненужные при вводе исходных данных.

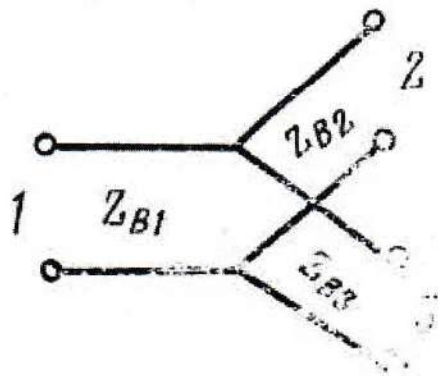
- 1) экранный редактор;
- 2) подпрограмма резервирования исходных данных;
- 3) подпрограмма резервирования матриц элементов.

### Рейтинг-контроль 3

1. «.....» программы МАКЕТ представляет собой набор подпрограмм предназначенных для вычисления матрицы рассеяния элементарных узлов устройства.

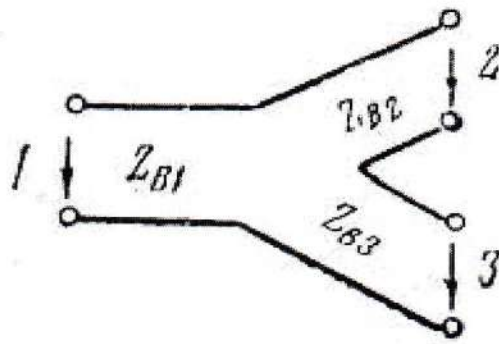
- 1) библиотека элементов;
- 2) головная программа;
- 3) ввод исходных данных.

2. Библиотечный элемент №7 программы МАКЕТ – «.....».



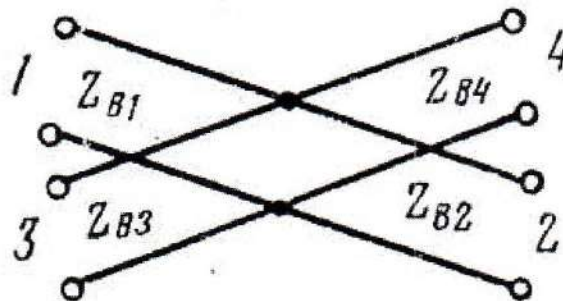
- 1) параллельное разветвление линий передачи;
- 2) последовательное разветвление линий передачи;
- 3) пересечение линий передачи.

3. Библиотечный элемент №8 программы МАКЕТ – «.....».



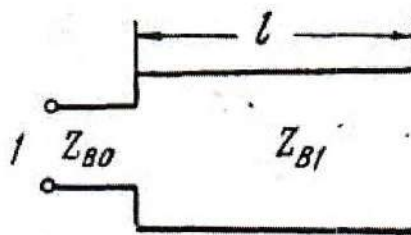
- 1) последовательное разветвление линий передачи;
- 2) параллельное разветвление линий передачи;
- 3) пересечение линий передачи.

4. Библиотечный элемент №9 программы МАКЕТ – «.....».



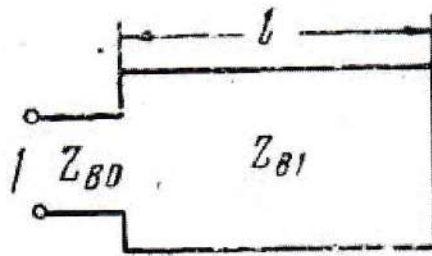
- 1) пересечение двух линий передачи;
- 2) параллельное разветвление линий передачи;
- 3) пересечение линий передачи.

5. Библиотечный элемент №16 программы МАКЕТ – «.....».



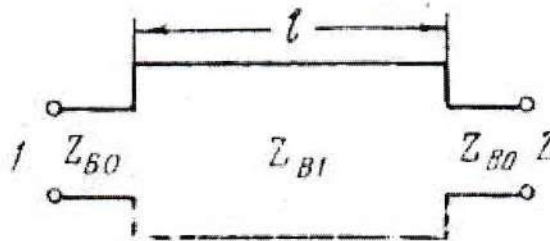
- 1) разомкнутый отрезок линий передачи с волной «Т»;
- 2) параллельное разветвление линий передачи;
- 3) пересечение линий передачи.

6. Библиотечный элемент №17 программы МАКЕТ – «.....».



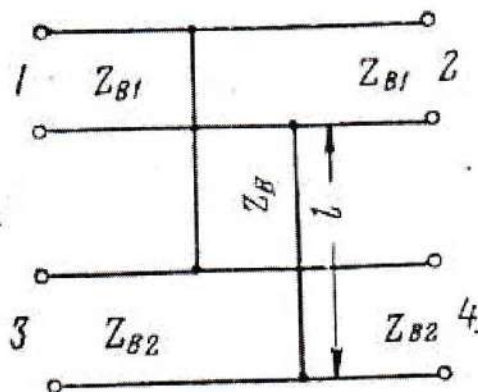
- 1) короткозамкнутый отрезок линий передачи с волной «Г»;
- 2) параллельное разветвление линий передачи;
- 3) пересечение линий передачи.

7. Библиотечный элемент №21 программы МАКЕТ – «.....».



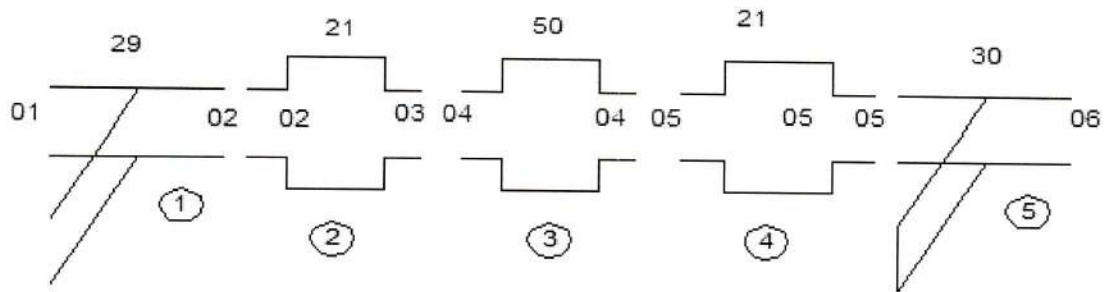
- 1) отрезок линий передачи с волной «Г»;
- 2) параллельное разветвление линий передачи;
- 3) пересечение линий передачи.

8. Библиотечный элемент №41 программы МАКЕТ – «.....».



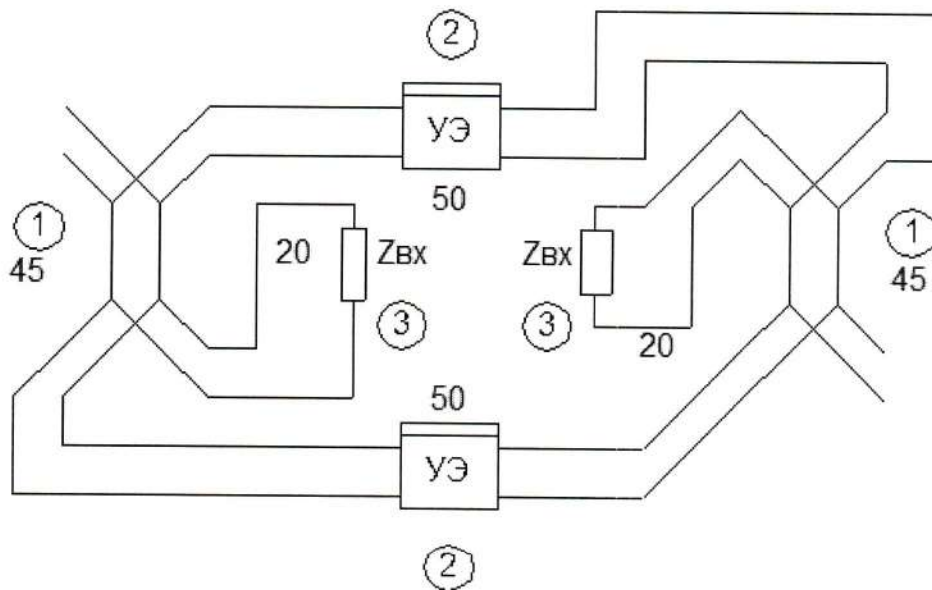
- 1) две линии передачи с параллельной связью через отрезок линии;
- 2) параллельное разветвление линий передачи;
- 3) пересечение линий передачи.

9. В программе МАКЕТ формализованная схема «.....» в микрополосковом исполнении.



- 1) транзисторного усилителя СВЧ;
- 2) коммутатора СВЧ;
- 3) дискретного фазовращателя СВЧ.

10. В программе МАКЕТ формализованная схема «.....» в микрополосковом исполнении.



- 1) балансного транзисторного усилителя СВЧ;
- 2) коммутатора СВЧ;
- 3) дискретного фазовращателя СВЧ.

## 5.2. 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.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

СРС с лекционными материалами.

1. Основные этапы разработки радиоэлектронных устройств и возможность их автоматизации, (п.6.1, [1] с. 3-4).
2. Принципы реализуемые в компьютерных программах для расчета радиоэлектронных устройств, (п.6.1, [1] с.4).
3. Особенности программ для расчета нелинейных и линейных радиоэлектронных устройств , (п.6.1, [1] с.4).
4. Выбор матрицы рассеяния в качестве универсальной характеристики при компьютерном расчете линейных радиоэлектронных устройств , (п.6.1, [1] с.4-6).
5. Декомпозиция устройств в программе МАКЕТ , (п.6.1, [1] с. 6-7).
6. Формальное описание библиотечных элементов в программе МАКЕТ, (п.6.1, [1] с. 7-8).
7. Формальное описание соединения элементов в программе МАКЕТ , (п.6.1, [1] с. 8-10).
8. Алгоритм объединения элементов устройства в программе МАКЕТ , (п.6.1, [1] с. 10-11).
9. Формат исходных данных в программе МАКЕТ , (п.6.1, [1] с. 11-15).
10. Подготовка исходных данных для программы МАКЕТ , (п.6.1, [1] с. 15-24).
11. Структурная схема программы МАКЕТ , (п.6.1, [1] с. 24-28).
12. Библиотека элементов программы МАКЕТ , (п.6.1, [1] с. 29-32).
13. Компьютерное моделирование схем узкополосного согласования комплексных нагрузок (п.6.1, [2] с. 31-35).



16. Компьютерное моделирование устройств широкополосного согласования активных сопротивлений, (п.6.1, [2] с. 27-33).
17. Компьютерное моделирование фильтра нижних частот, (п.6.1, [2] с. 87-101).
18. Компьютерное моделирование полосно-пропускающего фильтра, (п.6.1, [2] с. 87-101).
19. Компьютерное моделирование схемы квадратный мост, (п.6.1, [2] с. 87-101).
20. Компьютерное моделирование схемы гибридное кольцо, (п.6.1, [2] с. 87-101).
21. Компьютерное моделирование кольцевого делителя мощности, (п.6.1, [2] с. 70-73).
22. Компьютерное моделирование коммутатора с реактивными шлейфами, (п.6.1, [2] с. 78-83).
23. Компьютерное моделирование дискретного фазовращателя, (п.6.1, [2] с. 76-78).
24. Компьютерное моделирование малошумящего транзисторного усилителя, (п.6.1, [2] с. 200-224).

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1. Мишустин Б.А. Автоматизированный анализ линейных радиоэлектронных устройств: Уч. пособие для радиотехнических специальностей вузов/Под ред. Д.М. Сазонова.-М.:Изд . МЭИ, 2012.-64 с.- ISBN 978-5-98281-329-9.	2012	<a href="http://www.lanbook.com/books/element.php?p/1_cid/68&amp;p/1_id=1107">http://www.lanbook.com/books/element.php?p/1_cid/68&amp;p/1_id=1107</a>
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 микроразомкнутых 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.- 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>
<b>Дополнительная литература</b>		
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>

## **6.2. Периодические издания**

Антенны, Электросвязь, Радиотехника и электроника, Электродинамика и техника телекоммуникационных систем, Электродинамика и техника СВЧ и КВЧ.

## **6.3. 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)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Рабочую программу составил Гаврилов В.М., доцент кафедры РТ и РС



Рецензент

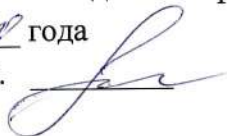
«Владимирское КБ Радиосвязи», Генеральный директор Богданов А.Е.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой Никитин О.Р.

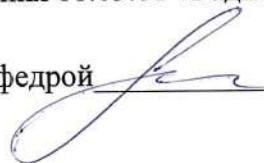


Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 «Радиотехника»

Протокол № 1 от 4.09.20 года

Председатель комиссии Никитин О.Р., заведующий кафедрой



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2021 / 2022 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.21 года

Заведующий кафедрой  О.Р. Никитина

Рабочая программа одобрена на 2022 / 2023 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой  М.М. Режмева

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

Компьютерное моделирование устройств СВЧ

образовательной программы направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника»,

направленность: «Электронные цифровые устройства и системы»

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

Зав. кафедрой Никитин О.Р. \_\_\_\_\_