МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ В. М. Рулевский
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Антенны, СВЧ-устройства и их технологии**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	0	6	часов
2	Практические занятия	2	4	6	часов
3	Всего аудиторных занятий	8	4	12	часов
4	Самостоятельная работа	60	32	92	часов
5	Всего (без экзамена)	68	36	104	часов
6	Подготовка и сдача экзамена / зачета	4	36	40	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	144	часов
				4.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 4 семестр
Экзамен: 5 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 47052

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от «25» 10 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. СВЧиКР	_____	А. Ю. Попков
профессор каф. СВЧиКР	_____	Г. Г. Гошин

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

Заведующий аспирантурой	_____	Т. Ю. Коротина
Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	А. Ю. Попков

Согласована на портале № 47052

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Приобретение и углубление знаний в области разработки, исследования, функционирования устройств СВЧ и антенн, предназначенных для передачи и приёма электромагнитных волн, а также организация работы по подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине по специальности 05.12.07 - антенны, СВЧ-устройства и их технологии в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России № 59 от 25.02.2009 г.

1.2. Задачи дисциплины

– получение и углубление необходимых знаний по физическим и теоретическим основам построения и функционирования устройств СВЧ и антенн;

– получение и углубление знаний по методам расчёта основных параметров и характеристик устройств СВЧ и антенн, по основам их проектирования.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, Автоматизированное проектирование устройств СВЧ и антенн, Методы и средства измерений на СВЧ, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика).

Последующими дисциплинами являются: Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 знание физических основ построения и функционирования микроволновых антенно-фидерных устройств и систем;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - основные методы расчёта параметров и характеристик антенно-фидерных устройств и систем, - физические основы построения и функционирования микроволновых антенно-фидерных устройств и систем;

– **уметь** - самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реа-лизации, выбор методов исследования, - использовать в расчётах знание физических основ построения и функционирования мик-роволновых антенно-фидерных устройств;

– **владеть** - основными методами расчёта параметров и характеристик микроволновых антенно-фидерных устройств и систем, - физической интерпретацией и объяснением результатов расчётов микроволновых антенно-фидерных устройств и систем.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	12	8	4
Лекции	6	6	0
Практические занятия	6	2	4
Самостоятельная работа (всего)	92	60	32

Согласована на портале № 47052

Проработка лекционного материала	48	30	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	44	30	14
Всего (без экзамена)	104	68	36
Подготовка и сдача экзамена / зачета	40	4	36
Общая трудоемкость, ч	144	72	72
Зачетные Единицы	4.0		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Микроволновые линии передачи, устройства и методы их расчёта	3	1	30	34	ПК-3
2 Параметры и характеристики антенн в передающем и приёмном режимах	3	1	30	34	ПК-3
Итого за семестр	6	2	60	68	
5 семестр					
3 Теория и построение линейных непрерывных и дискретных антенных систем	0	0	6	6	ПК-3
4 Вибраторные, щелевые, печатные антенны, методы расчёта, конструкции, назначения	0	1	8	9	ПК-3
5 Апертурные антенны, методы расчёта, конструкции, применения	0	1	10	11	ПК-3
6 Диапазонные антенны круговой и линейной поляризации, конструкции, характеристики	0	2	8	10	ПК-3
Итого за семестр	0	4	32	36	
Итого	6	6	92	104	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Микроволновые линии передачи, устройства и методы их расчёта	Роль и назначение антенно-фидерных устройств. Параметры и режимы в линиях передачи (дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, вол-	3	ПК-3

Согласована на портале № 47052

	новое со-противление, КБВ и др.). Линии – двухпроводные, коаксиальные, полосковые, щелевые, полые волноводные, волноводные диэлектрические, линии с поверхностной волной, волокон-но-оптические. Фильтры с распределёнными параметрами и способы их реализации. Объёмные резонаторы. Аттенюаторы, фазовращатели, поляризаторы, делители мощности, циркуляторы, направленные ответвители.Волновой и классический подходы. Виды матриц (рассеяния, сопротивлений, проводимостей, передачи) и соотношения между ними. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и недиссипативности. Каскадные соединения многополюсников. Принцип декомпозиции. Алгоритм объединения устройств в общий тракт.		
	Итого	3	
2 Параметры и характеристики антенн в передающем и приёмном режимах	Классификация антенн. Фундаментальные ограничения в области антенн. Электромагнитное поле излучающей системы в дальней, промежуточной и ближней зонах. Диаграмма направленности, её ширина, уровень бокового излучения. Поляризационные и фазовые характеристики. Мощность излучения, коэффициент направленного действия, коэффициент усиления. Действующая длина линейной антенны. Взаимосвязь между параметрами. Входные параметры антенны. Частотные свойства. Эквивалентная схема приёмной антенны. Энергетические соотношения в цепи приёмной антенны на низких и высоких частотах. Эффективная площадь и шумовая температура приёмной антенны. Формула идеальной радиопередачи.	3	ПК-3
	Итого	3	
Итого за семестр		6	
Итого		6	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6

Согласована на портале № 47052

Предшествующие дисциплины						
1 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии	+	+	+	+	+	+
2 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии	+	+	+	+	+	+
3 Автоматизированное проектирование устройств СВЧ и антенн	+	+	+	+	+	+
4 Методы и средства измерений на СВЧ	+	+	+	+	+	+
5 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика)	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии	+	+	+	+	+	+
2 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии	+	+	+	+	+	+
3 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Тест, Дифференцированный зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Микроволновые линии передачи, устройства и методы их расчёта	Расчёт параметров СВЧ линий.Согласованные и реактивные нагрузки, шлейфы. Формула трансформация сопротивлений. Круговая диаграмма Вольперта-Смита. Узко-полосное согласование. Четвертьволновый трансформатор. Метод компенсиру-	1	ПК-3

Согласована на портале № 47052

	ющих ре-активностей согласования произвольных нагрузок. Семинар и тестирование по линиям передачи.Широкополосное согласование. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Семинар и тестирование по устройствам СВЧ.Составления матриц для четырёх-, шести- и восьмиполюсников.		
	Итого	1	
2 Параметры и характеристики антенн в передающем и приёмном режимах	Расчёт параметров и характеристик антенн в передающем и приёмном режимах	1	ПК-3
	Итого	1	
Итого за семестр		2	
5 семестр			
4 Вибраторные, щелевые, печатные антенны, методы расчёта, конструкции, назначения	Щелевая антенна в экране. Диаграмма направленности и проводимость излучения щели. Щелевой излучатель в стенке прямо-угольного волновода. Типы полосковых печатных антенн и способы их возбуждения. Семинар и тестирование .	1	ПК-3
	Итого	1	
5 Апертурные антенны, методы расчёта, конструкции, применения	Расчёт параметров и характеристик апертурных антенн. Семинар и тестирование.	1	ПК-3
	Итого	1	
6 Диапазонные антенны круговой и линейной поляризации, конструкции, характеристики	Расчёт параметров и характеристик диапазонныхантенн антенн. Семинар и тестирование.	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		6	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Микроволновые линии передачи, устройства и методы их расчёта	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	15	ПК-3	Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	15		
	Итого	30		

Согласована на портале № 47052

2 Параметры и характеристики антенн в передающем и приёмном режимах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	15	ПК-3	Дифференцированный зачет, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	15		
	Итого	30		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача зачета	4		Дифференцированный зачет
5 семестр				
3 Теория и построение линейных непрерывных и дискретных антенных систем	Проработка лекционного материала	6	ПК-3	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Итого	6		
4 Вибраторные, щелевые, печатные антенны, методы расчёта, конструкции, назначения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-3	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Апертурные антенны, методы расчёта, конструкции, применения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
6 Диапазонные антенны круговой и линейной поляризации, конструкции, характеристики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-3	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
Итого за семестр		32		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		132		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Основы теории и проектирования ВЧ- и СВЧ-устройств на регулярных связанных лини-

Согласована на портале № 47052

ях передачи [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А. Г. Лощилов, Н. Д. Малютин - 2018. 136 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8281 (дата обращения: 27.11.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие для вузов / Е. И. Нефёдов. – М.: Академия, 2009. – 384 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)
2. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток [Текст]: учебное пособие для вузов/ Д. И. Воскресенский [и др.]; ред. Д. И. Воскресенский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Радиотехника, 2012. - 744 с.: ил. - ISBN 978-5-88070-311-1: 1292.50 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов - 2018. 9 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627 (дата обращения: 27.11.2018).
2. Антенны и фидеры [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий / Г. Г. Гошин - 2018. 236 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8324 (дата обращения: 27.11.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных, к которым у ТУСУРа имеется доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-вычислительная лаборатория «Информатики и информационных технологий»

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа,

Согласована на портале № 47052

учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 337б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- Microsoft Office 2007
- Microsoft Windows (Imagine)
- PTC Mathcad 15
- Tracker PDF-XChange Viewer

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инва-

Согласована на портале № 47052

лидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

Линии передачи

1. По какому закону при изменении частоты изменяются потери в металлах?:
а) при увеличении частоты уменьшаются по линейному закону
б) при увеличении частоты растут пропорционально корню квадратному из частоты
в) при увеличении частоты растут линейно
г) уменьшаются при увеличении частоты пропорционально корню квадратному из частоты
д) не меняются
2. По какому закону при изменении частоты изменяются потери в диэлектриках?:
а) при увеличении частоты уменьшаются по линейному закону
б) при увеличении частоты растут пропорционально корню квадратному из частоты
в) при увеличении частоты растут линейно
г) уменьшаются при увеличении частоты пропорционально корню квадратному из частоты
д) не меняются
3. Толщина скин-слоя - это:
а) толщина оксидной плёнки, образующейся на поверхности металла
б) глубина проникновения поля в металл с увеличением его амплитуды в е раз
в) глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в е раз
г) глубина проникновения поля в металл с уменьшением его амплитуды в 2 раза
4. По какому закону при изменении частоты изменяется толщина скин-слоя?:
а) при увеличении частоты уменьшается по линейному закону
б) при увеличении частоты растёт пропорционально корню квадратному из частоты
в) при увеличении частоты уменьшается экспоненциально
г) при увеличении частоты уменьшается пропорционально корню квадратному из частоты
д) не меняется
5. Резонансные сечения в ЛП – это сечения, в которых:
а) компоненты напряженности полей имеют вещественные значения
б) компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения
в) сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки
г) сопротивление линии является вещественным
6. Эквивалентные сечения в ЛП – это сечения, в которых:
а) компоненты напряженности полей имеют вещественные значения
б) компоненты напряженности полей принимают максимальные или минимальные значения
в) сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки
г) сопротивление линии является вещественным
7. Каким является волновое сопротивление линии?:
а) реактивным
б) вещественным
в) постоянным
г) переменным
д) комплексным
8. Каким в общем случае является сопротивление линии?:
а) реактивным
б) вещественным
в) постоянным
г) переменным
д) комплексным

Согласована на портале № 47052

9. Шлейф – это отрезок фидера:

а) разомкнутый на конце

б) короткозамкнутый на конце

в) нагруженный на активное сопротивление

г) нагруженный на комплексное сопротивление

д) имеющий чисто реактивное входное сопротивление

10. С какой целью от круглого волновода переходят к волноводу с эллиптическим сечением?:

а) для уменьшения габаритов

б) для увеличения скорости передачи сигналов

в) для стабилизации плоскости поляризации

г) для расширения полосы пропускания

11. Как нужно изменить конструкцию закрытого волновода, чтобы в нем могла существовать Т-волна?:

а) это сделать невозможно

б) сделать волновод двухсвязным

в) необходимо определенным образом деформировать поперечное сечение волновода

г) ввести волновод вдоль его оси дополнительный проводник

д) уменьшить поперечное сечение волновода

12. Чем различаются понятия «электрическая стенка» и «магнитная стенка»?:

а) на электрической стенке обращается в нуль касательные составляющие магнитного поля

б) на электрической стенке обращается в нуль касательные составляющие электрического поля

в) на магнитной стенке обращается в нуль касательные составляющие магнитного поля,

г) на магнитной стенке обращается в нуль касательные составляющие электрического поля

13. Каким образом изменяется в поперечном сечении замедляющей структуры поле поверхностной волны?:

а) убывает по логарифмическому закону

б) убывает по экспоненциальному закону

в) остается постоянным

г) убывает по квадратичному закону

Устройства СВЧ

1. Из скольки элементов состоит матрица рассеяния двухполюсника?:

а) одного

б) двух

в) трех

г) четырех

2. К двухполюсникам относятся:

а) вентили

б) нагрузки

в) переходы

г) направленные ответвители

3. Какому закону изменения волнового сопротивления подчиняются широкополосные плавные переходы?:

а) кубическому

б) логарифмическому

в) экспоненциальному

г) квадратичному

4. Какова длина ступени ступенчатого согласованного перехода?:

а) λ

б) $\lambda/2$

в) $\lambda/4$

г) $\lambda/8$

5. Добротность, связанная с потерями в диэлектрике, определяется по формуле:

Согласована на портале № 47052

а) Qд=1/tgδε
б) Qд=1/tgδμ
в) Qд=tgδε
г) Qд=1/tgδμ

6. В закрытых резонаторах возможны только такие колебания, для которых по длине резонатора укладывается целое число:
а) λ
б) λ/2
в) λ/4
г) 2λ

7. К четырехполюсникам относятся:
а) фильтры
б) нагрузки
в) делители мощности
г) направленные ответвители

8. Рабочая частота ω для ФВЧ удовлетворяет условию:
а) $\omega < \omega_{гр}$
б) $\omega \neq \omega_{гр}$
в) $\omega \geq \omega_{гр}$
г) $\omega = 0$

9. Какова размерность матрицы рассеяния для аттенюатора?:
а) 1x1
б) 2x2
в) 3x3
г) 4x4

10. К дессипативным устройствам относятся:
а) фазовращатели
б) переходы
в) аттенюаторы
г) направленные ответвители

11. Какова размерность матрицы рассеяния для делителя на два канала?:
а) 1x1
б) 2x2
в) 3x3
г) 4x4

13. С помощью какого поля можно изменить направление циркуляции в Y-циркуляторе?:
а) магнитного
б) электрического
в) электромагнитного

Антенны

1. Внутренняя задача теории антенн применительно к линейным антеннам означает нахождение:
а) распределения поля внутри проводника
б) температуры внутренних шумов
в) запасенной в антенне энергии
г) распределение тока вдоль проводника
д) входного сопротивления антенны

2. Решение внешней задачи теории антенн определяет:
а) входные параметры антенны
б) распределение поля или тока в антенне
в) характеристики излучения антенны

3. К какому типу антенн относятся рамочные антенны?:
а) линейные

Согласована на портале № 47052

б) апертурные
в) антенные решетки
4. Наклонная поляризация – это такая, у которой вектор составляет некоторый угол:
а) с осью линейной антенны, расположенной наклонно к плоскости земли
б) с направлением распространения волны
в) относительно плоскости земли
5. У каких поляризаций вектор сохраняет свою ориентацию в пространстве?:
а) у вертикальной
б) у горизонтальной
в) у наклонной
г) у круговой
д) у эллиптической
6. Шумовая температура антенны – это температура:
а) среды, в которой находится антенна
б) до которой разогревается антенна в режиме передачи
в) собственных шумов антенны в режиме приема
г) внешних шумов, воздействующих на приемную антенну
д) собственных и внешних шумов приемной антенны
7. Множитель направленности антенной системы – это диаграмма направленности:
а) линейного проводника, по которому протекает постоянный ток
б) совокупности направленных излучателей, образующих решетку
в) системы точечных излучателей, находящихся в узлах решетки
г) или множитель, на который необходимо умножить ДН элемента, чтобы получить ДН решетки
8. Как влияют при равноамплитудном распределении линейные фазовые изменения на ДН линейной антенны?:
а) приводят к смещению направления максима излучения
б) приводят к увеличению уровня боковых лепестков
в) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного
г) приводят к уширению главного лепестка ДН
д) приводят к заплыванию нулей в ДН
9. Как влияют при равноамплитудном распределении квадратичные фазовые изменения на ДН линейной антенны?:
а) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного
б) приводят к заплыванию нулей в ДН
в) приводят к исчезновению боковых лепестков
г) приводят к увеличению ширины главного лепестка
10. Как влияют при равноамплитудном распределении кубические фазовые изменения на ДН линейной антенны?:
а) приводят к смещению направления максима излучения
б) приводят к увеличению уровня боковых лепестков
в) приводят к асимметрии уровней боковых лепестков относительно главного
г) приводят к уширению главного лепестка ДН
д) могут приводить к заплыванию нулей в ДН
11. Как влияет спадающее амплитудное распределение (при отсутствии фазовых искажений) на ДН линейной антенны?:
а) никак не влияет на форму ДН
б) приводит к смещению максимума ДН
в) приводит к возрастанию уровня боковых лепестков
г) приводит к исчезновению боковых лепестков
д) приводит к заплыванию нулей в ДН
12. Способы подавления побочных (дифракционных) максимумов ДН в линейных решетках:
а) применение направленных элементов

Согласована на портале № 47052

б) увеличение шага решетки
в) уменьшение шага решетки
г) применение ненаправленных элементов
д) не эквидистантное расположение элементов
13. У каких настроенных вибраторов входное сопротивление больше по сравнению с входным сопротивлением тонкого полуволнового линейного вибратора?:
а) вибратор Наденeнко
б) вибратор Пистолькорса
14. У каких настроенных вибраторов волновое сопротивление меньше по сравнению с волновым сопротивлением тонкого полуволнового линейного вибратора?:
а) вибратор Наденeнко
б) вибратор Пистолькорса
в) вибратор Брауде
15. У какой из антенн в осевом режиме излучения выше направленность?:
а) у трёхвитковой цилиндрической спиральной антенны
б) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны
в) у трехвитковой конической спиральной антенны
16. У какой из антенн в осевом режиме излучения шире рабочий диапазон?:
а) у трехвитковой цилиндрической спиральной антенны
б) у шестивитковой цилиндрической спиральной антенны
в) у трехвитковой конической спиральной антенны
17. Какую поляризацию в осевом режиме излучения имеют спиральные антенны в направлении максимума ДН?:
а) вертикальную
б) наклонную
в) круговую
г) эллиптическую
д) горизонтальную
18. Какая из апертурных антенн на волне основного типа в среднем имеет наилучшее согласование со свободном пространством?:
а) круглый волновод
б) прямоугольный волновод
в) секториальный рупор
г) пирамидальный рупор
д) конический рупор
19. У какого из оптимальных рупоров при одинаковых максимальных размерах на волне основного типа выше направленность?:
а) у Н-секториального
б) у Е-секториального
20. Какая из апертурных антенн на волне основного типа в среднем имеет наибольшую направленность?:
а) секториальный рупор
б) пирамидальный рупор
в) конический рупор
г) ребристый рупор
21. Какие типы апертурных антенн в радиодиапазон пришли из оптики?:
а) волноводные излучатели
б) рупорные антенны
в) антенны на замедляющих линзах
г) антенны на ускоряющих линзах
д) зеркальные антенны
22. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Кассегрена?:
а) сферический
б) параболический

Согласована на портале № 47052

в) гиперболический
г) эллиптический
23. Какой профиль имеет малое зеркало в классической схеме Грегори?:
а) сферический
б) параболический
в) гиперболический
г) эллиптический
24. Квадратичные фазовые искажения в апертурных антеннах приводят к:
а) отклонению главного лепестка ДН относительно оси антенны
б) уширению главного лепестка ДН
в) заплыванию нулей
г) провалу в направлении максимума ДН
25. Кубические фазовые искажения в апертурных антеннах приводят к:
а) отклонению главного лепестка ДН относительно оси антенны
б) асимметрии боковых лепестков относительно главного
в) повышению уровня боковых лепестков
г) провалу в направлении максимума ДН

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Теория и техника устройств СВЧ

1. Линии передачи: понятие; регулярные, нерегулярные, однородные, неоднородные. Открытые, закрытые – их достоинства и недостатки, применения. Радиолиния: понятие, структурная схема, примеры. Достоинства и недостатки по сравнению с фидерными линиями.

2.Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях. Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия эквивалентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними.

3. Основные параметры и характеристики фидеров: типы волн, дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, предельная и допустимая мощности, волновое сопротивление, погонные параметры. Частотные зависимости затухания в проводниках и диэлектриках. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях.

4. Двухпроводная и коаксиальная линии: волна основного типа, её длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии. Полосковые и микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, её длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля.

5. Волноводы прямоугольного и круглого сечений. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления и стандарты. Применения.

6. Линии передачи с замедленной поверхностной волной, ее длина и фазовая скорость, структура поля. Примеры реализаций ЛП с поверхностной волной и применения. Волоконно-оптические линии. Строение волокон, их размеры, длины волн, физические явления при распространении, технологии производства. Понятие солитона и солитонные режимы. Преимущества, применения, перспективы.

7. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Резонансные сечения, значения в них напряжённостей полей, расстояния между ними. Поведение в них компонент напряженности электрического и магнитного полей, связь с модулем коэффициента отражения от нагрузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ.

8. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ними. Входное сопротивление отрезка фидера, значения в случае реактивных нагрузок. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие трансформаторы, их включения в ЛП и выбор значений сопротивлений. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод

Согласована на портале № 47052

компенсирующих реактивностей, последовательное и параллельное включения их в ЛП, реализация в волноводной технике, эквивалентные схемы.

9. Типовые элементы трактов СВЧ: эквиваленты антенн, реактивные нагрузки, четвертьволновые металлические изоляторы, волноводные соединения, повороты, коаксиально-волноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый.

10. Объёмный резонатор: устройство, разновидности, типы колебаний, резонансные длины волн, добротности, применения. Сравнение с колебательным контуром. Включение в тракт, связь с внешними цепями. Коаксиальный резонатор.

11. Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл её элементов. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативности; понятия, математические формулировки, необходимость учёта.

12. Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический подходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны. Циркулятор и направленный ответвитель: понятия, матрицы рассеяния, устройство, назначение и применения.

13. Принципы расчёта и автоматизированное проектирование устройств СВЧ.

14. Принципы и методы измерений параметров и характеристик устройств СВЧ.

Теория и техника антенных устройств и систем

1. Назначение и классификация антенн, понятия, определения. Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей. Внутренняя и внешняя задачи теории антенн.

2. Амплитудная ДН, её форма и ширина, графическое изображение. Теорема о перемножении ДН однотипных облучателей. Фазовая диаграмма антенны. Фазовый центр и центр излучения.

3. Мощность и сопротивление излучения антенны. Входное сопротивление антенны, связь с сопротивлением излучения. Электрическая прочность. Предельная и допустимая мощности.

4. Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании антенн. КНД, КПД и КУ антенны, определения, взаимосвязи. Действующая длина и диапазон рабочих частот антенны.

5. Приёмные антенны. Эквивалентная схема. Формула Неймана для ЭДС. Поляризация, её виды, необходимость учёта при приёме. Условия приёма максимальной мощности. Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приёмных антенн.

6. Эффективная площадь антенны, связь с геометрической площадью и КНД. Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути её снижения. Особенности работы антенн на низких и высоких частотах.

7. Энергетические соотношения в приёмных антеннах на СВЧ в согласованном и рассогласованном режимах. Формула идеальной радиопередачи.

8. Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, КНД, действующая длина, эффект укорочения длины вибратора. Конструкции симметричных линейных вибраторных антенн. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий, ДН, применения.

9. Петлеобразный вибратор Пистолькорса. Способы питания посредством двухпроводной и коаксиальной линий, ДН, применения. Способы расширения рабочего диапазона вибраторных антенн . Конструкции несимметричных вибраторов. Способы возбуждения, ДН, применения.

10. Цилиндрическая и коническая спиральные антенны. Режимы излучения, поляризация. Конструкции, принцип действия, их сравнительная характеристика, применения. Директорные антенны. Метод расчёта. Конструкции, принцип действия, применения.

11. Эквидистантные линейные АР. Множитель направленности. Взаимное влияние элементов. Способы подавления дифракционных максимумов.

12. Щелевые излучатели. Принцип двойственности и его использование при их расчете. Волноводные щелевые антенные решётки. Типы щелей. Резонансные и нерезонансные АР. Устройство, принцип действия, применения.

Согласована на портале № 47052

13. Волноводные излучатели и рупорные антенны. Методы расчёта. Конструкции, принцип действия, применения.

14. Линзовые антенны на замедляющих и ускоряющих линзах, антенна на основе линзы Люнеберга. Конструкции, принцип действия, применения.

15. Параболические однозеркальные антенны. Апертурный метод расчёта. Антенны с контурными зонами обслуживания. Параболические двухзеркальные антенны Кассегрена и Грегори. Методы расчёта. Конструкции, принцип действия, применения.

16. Принципы расчёта и автоматизированное проектирование антенных устройств и систем.

17. Измерение параметров и характеристик антенно-фидерных устройств в дальней и ближние зонах.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

1. Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический подходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны.

2. Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы.

3. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл её элементов.

4. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативности; понятия, математические формулировки, необходимость учёта.

5. Циркулятор: понятие, матрицы рассеяния, устройство, назначение и применения.

6. Направленный ответвитель: понятие, матрица рассеяния, устройство, назначение и применения.

7. Эквидистантные линейные АР. Множитель направленности. Взаимное влияние элементов

8. Эквидистантные линейные АР. Способы подавления дифракционных максимумов

9. Волноводные щелевые антенные решётки. Типы щелей. Резонансные и нерезонансные АР. Устройство, принцип действия, применения

10. Волноводные излучатели. Метод расчёта. Конструкции, принцип действия, применения

11. Рупорные антенны. Конструкции, принцип действия, применения

12. Линзовые антенны на замедляющих и ускоряющих линзах. Устройство, принцип действия, применения

13. Антенна на основе линзы Люнеберга. Конструкция, принцип действия, применение

14. Параболические однозеркальные антенны. Апертурный метод расчёта. Конструкции, принцип действия, применения

15. Параболические двухзеркальные антенны Кассегрена и Грегори. Метод расчёта. Конструкции, принцип действия, применения.

14.1.4. Вопросы дифференцированного зачета

1. Линии передачи: понятие; регулярные, нерегулярные, однородные, неоднородные. Открытые, закрытые – их достоинства и недостатки, применения. Примеры.

2. Радиолиния: понятие, структурная схема, примеры. Достоинства и недостатки по сравнению с фидерными линиями. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях.

3. Основные параметры и характеристики фидеров: типы волн, дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, предельная и допустимая мощности, волновое сопротивление, погонные параметры.

4. Основные требования, предъявляемые к фидерным линиям. Частотные зависимости затухания в проводниках и диэлектриках. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях.

5. Двухпроводная и коаксиальная линии: волна основного типа, её длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии. Маркировка коаксиальных кабелей.

6. Полосковые и микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, её длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля.

7. Волноводы прямоугольного сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивле-

Согласована на портале № 47052

ния, передаваемая мощность. Технология изготовления и стандарты. Применения.

8. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие её существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления. Применения.

9. Линии передачи с поверхностной волной. Понятие поверхностной волны, ее длина и фазовая скорость, структура поля. Примеры реализаций ЛП с поверхностной волной и применения.

10. Волоконно-оптические линии. Строение волокон, их размеры, длины волн, физические явления при распространении, технологии производства. Понятие солитона и солитонные режимы. Преимущества, применения, перспективы.

11. Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия эквивалентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними.

12. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Резонансные сечения, значения в них напряжённостей полей и сопротивлений.

13. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ними. Входное сопротивление отрезка фидера, значения в случае реактивных нагрузок. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения.

14. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Резонансные сечения и расстояния между ними. Поведение в них компонент напряженности электрического и магнитного полей, связь с модулем коэффициента отражения от нагрузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ.

15. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие трансформаторы, их включения в ЛП и выбор значений сопротивлений. Эквивалентные схемы, распределения напряжения, КБВ или КСВ вдоль ЛП при согласовании.

16. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, последовательное и параллельное включения их в ЛП. Эквивалентные схемы. Метод компенсирующих реактивностей, их реализация в волноводной технике, эквивалентные схемы.

17. Типовые элементы трактов СВЧ: эквиваленты антенн, реактивные нагрузки, четвертьволновые металлические изоляторы.

18. Типовые элементы трактов СВЧ: волноводные соединения, повороты, коаксиально-волноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый.

19. Объёмный резонатор: устройство, разновидности, применения. Сравнение с колебательным контуром. Включение в тракт, связь с внешними цепями.

20. Объёмные резонаторы: типы колебаний, резонансные длины волн, добротности. Устройство и применение коаксиального резонатора.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 47052

С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 47052