МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Антенны и устройства СВЧ»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «28» апреля 2022 года, протокол № 9

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является подготовка специалистов в области создания и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн, и предназначенных для передачи, приема и обработки информации.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- – получение необходимых знаний по физическим и теоретическим основам построения и функционирования устройств СВЧ и антенн;
- – получение необходимых знаний по методам расчета основных параметров и характеристик устройств СВЧ и антенн, по основам их проектирования.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Антенны и устройства СВЧ»» относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.03.02).

Дисциплина основывается на общих разделах высшей математики и на соответствующих разделах физики, электродинамики и распространения радиоволн.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Антенны и устройства СВЧ», используются обучаемыми при изучении дисциплин «Техническая электродинамика», «Распространение электромагнитных волн», а также в научно-исследовательской работе.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
ПК-1 Способен осуществлять сбор и обработку исходных данных для решения поставленных профессиональных задач в области радиофизики, осуществлять поиск, анализ и выбор методов их решения	ИД_ПК-1.1 Осуществляет сбор и обработку исходных данных для решения поставленных профессиональных задач	1. Перечислить основные параметры линий передач СВЧ диапазона. 2. Дать определение многополюсника СВЧ. 3. Перечислить матрицы преобразования, имеющие наибольшее распространение. 4. Перечислить основные радиотехнические характеристики и параметры антенн. Дать определения этих параметров. 5. Знать области применения различных типов антенн.
	ИД_ПК-1.2 Проводит анализ и обоснованный выбор методов решения профессиональных задач в области радиофизики	1. Знать физический смысл элементов наиболее распространенных матриц преобразования 2. Знать области применения различных типов антенн. 3. Назвать частотные диапазоны для

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 акад.часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение	7	1					0,7	
2	Линии передачи и элементы СВЧ-тракта	7	2		5	0,5		3	Устный опрос по теме, защита лабораторных работ.
3	Матричное описание многополюсников СВЧ	7	2		4	0,5		2	Устный опрос по теме, защита лабораторных работ.
4	Методы анализа и синтеза устройств СВЧ	7	1		2	0,5		2	Устный опрос по теме, защита лабораторных работ.
5	Управляющие устройства СВЧ	7	1			0,5		2	Устный опрос по теме.
	в том числе с ЭО и ДОТ					1		4	Тест по разделу «Линии передачи СВЧ» (разделы 2-5)
6	Основы теории антенн	7	1					1	устный опрос по теме
7	Параметры антенн в передающем и приемном режимах	7	2		5	0,5		2	Устный опрос по теме, защита лабораторных работ.
8	Линейные излучающие системы.	7	2		5	0,5		3	Устный опрос по теме, защита лабораторных работ.
9	Апертурные антенны	7	2		5	0,5		3	Устный опрос по теме, защита лабораторных работ.
10	Антенны различных диапазонов волн	7	1		4	0,5		3	Устный опрос по теме, защита лабораторных работ.
	в том числе с ЭО и ДОТ					1		6	Тест по разделу «Антенны» (разделы 6-10)
11	Заключение	7						1	
	Зачет						0.3		Зачет
	Всего за 7 семестр		15		30	4	0.3	22,7	
	в том числе с ЭО и ДОТ					2		10	
	Всего		**15**		**30**	**4**	**0.3**	**22,7**	
	в том числе с ЭО и ДОТ					2		10	

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение

Классификация устройств СВЧ и антенн. История развития.

2. Линии передачи и элементы СВЧ-тракта

Основные параметры линии передачи (дисперсионная характеристика, затухание, электропрочность и др.). Классификация линий и краткий обзор по диапазонам волн. Единая математическая модель для отрезка линии передачи. Трансформация сопротивлений. Круговая номограмма. Фильтры СВЧ**.**

3. Матричное описание многополюсников СВЧ

Виды матриц - рассеяния, сопротивлений, проводимостей, передачи. Соотношения между матрицами. Способы измерений элементов матриц (включая автоматизированные). Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и отсутствия потерь. Составление матриц на примерах тройников, балансных устройств (двойной Т-мост, щелевой мост) и циркуляторов**.**

4. Методы анализа и синтеза устройств СВЧ

Принцип декомпозиции. Метод синфазного и противофазного возбуждения для симметричных восьмиполюсников. Анализ и синтез направленных ответвителей (связанные линии, гибридное кольцо, квадратный мост).

5. Управляющие устройства СВЧ

Классификация управляющих устройств. Фазовращатели и коммутаторы на управляемых PIN-диодах. Ферритовые приборы - вентили, циркуляторы, фазовращатели.

6. Основы теории антенн

Структурная схема антенны. Простейшие излучатели линейной и круговой поляризации (вибраторы, рамки, турникеты, элементы Гюйгенса, микрополосковые элементы).

7. Параметры антенных систем в передающем и приемном режимах

Комплексная характеристика направленности. Поляризационные и фазовые свойства. Коэффициент направленного действия (КНД), коэффициент усиления, ширина луча, уровень бокового излучения и другие параметры. Взаимосвязь между параметрами. Методы экспериментального исследования антенных устройств. Антенные полигоны, безэховые камеры, коллиматоры. Автоматизация антенных измерений и антенные эталоны. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Эффективная поверхность и шумовая температура приемной антенны.

8. Линейные излучающие системы

Идеальный линейный излучатель. Режимы излучения - поперечный, сканирующий, осевой. Ширина луча, КНД. Влияние вида амплитудно-фазового распределения возбуждения на параметры линейной антенны. Равномерная линейная фазированная антенная решетка. Выбор шага решетки. КНД решетки и мощность излучения. Антенны осевого излучения - диэлектрические, спиральные, импедансные, директорные. Волноводно-щелевые антенные решетки.

9. Апертурные антенны

Характеристики направленности, КНД, эффективная поверхность плоского раскрыва. Возможности фокусировки раскрыва в промежуточной и ближней областях излученного поля. Зеркальные, рупорные, линзовые апертурные антенны. Схемы построения одно-, двух- и многозеркальных антенн. Методы управления сканированием луча. Плоские фазированные антенные решетки.

Размещение излучателей на раскрыве по критерию отсутствия побочных главных максимумов. Схемы построения и разновидности антенных решеток. Активные фазированные антенные решетки. Многолучевые, антенные решетки

10. Антенны различных диапазонов волн

Характерные особенности антенн в зависимости от применяемого диапазона волн. Общие свойства антенн малых электрических размеров. Антенны длинных, средних, коротких волн. УКВ-антенны. Способы увеличения рабочей полосы частот. Логопериодические и логоспиральные антенны.

11. Заключение. Перспективы развития устройств СВЧ и антенн.

Лабораторный практикум

1. **Лабораторная работа №1. Измерение параметров диэлектриков на СВЧ волноводными методами.**
2. **Лабораторная работа №2. Определение полных сопротивлений и измерение длины волны в волноводе.**
3. **Лабораторная работа №3. Многопоюсники СВЧ**
4. **Лабораторная работа №4. Исследование структуры электромагнитного поля в волноводе**
5. **Лабораторная работа №5. Исследования характеристик спиральных антенн**
6. **Лабораторная работа №6. Исследования характеристик апертурных антенн**
7. **Лабораторная работа №7. Исследования характеристик зеркальных антенн**
8. **Лабораторная работа №8. Исследование множителя антенной решетки**

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция с элементами лекции-беседы – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Задействованы:

- интерактивная лекция.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

Задействованы:

- допуск к выполнению экспериментальных исследований,
- коллективная работа в ходе выполнения лабораторной работы,
- командная защита отчёта.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

Асинхронная консультация (в рамках онлайн курса) – занятие по окончанию модуля, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий текущего контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Антенны и устройства СВЧ» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся в форме тестов и заданий для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины
- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- – для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации программы Microsoft Office,
- издательская система LaTex;
- Adobe Acrobat Reader.

– для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ /Д.М. Сазонов. – М.: Высш. шк. 1988.
2. Т.К. Артемова, Н.И. Фомичев Антенны: Учебное пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2010, 108 стр.

б) дополнительная литература:

1. Фомичев Н.И. Устройства СВЧ и антенны) : Практикум. Ярославль, ЯрГУ, 2020. – Ч.1. -36с.
2. Фомичев Н.И. Фомичев А.Н. Устройства СВЧ и антенны) : Практикум. Ярославль, ЯрГУ, 2020. –Ч.2. -80с.
3. Фомичев Н.И. Техника СВЧ : метод указания по выполнению лабораторных работ. Ярославль, Яросл. гос. Ун-т им. П.Г.Демидова, 2006, 60 стр.
4. Устройства СВЧ и антенны: метод. Указания по выполнению лабораторных работ, Ярославль, ЯрГУ, 2008, 48 стр.

в) программное обеспечение и ресурсы сети «Интернет»

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся. (Для проведения лабораторных работ группа обучающихся делится на две подгруппы).

Автор(ы) :

Старший преподаватель кафедры
инфокоммуникаций и радиофизики. Н.И. Фомичев

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Антенны и устройства СВЧ»

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1.1 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Контрольные вопросы для практических занятий по теме №2

1. Перечислить основные параметры линии передачи.
2. Краткий обзор типов линий передачи по диапазонам волн.
3. Круговая номограмма.
4. Типовые элементы трактов различных диапазонов волн.
5. Отрезок направляющей структуры как резонатор. Способы возбуждения и выполнения элементов связи.
6. Применения резонаторов.
7. Фильтры СВЧ.

Контрольные вопросы для практических занятий по теме №3

1. Виды матриц преобразования - рассеяния, сопротивлений, проводимостей, передачи.
2. Соотношения между матрицами.
3. Способы измерений элементов матриц преобразования.
4. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и отсутствия потерь.
5. Составление матриц на примерах тройников, балансных устройств (двойной Т-мост, щелевой мост) и циркуляторов

Контрольные вопросы для практических занятий по теме №4

1. Суть принципа декомпозиции.
2. Метод синфазного и противофазного возбуждения для симметричных восьмиполюсников.
3. Анализ и синтез направленных ответвителей (связанные линии, гибридное кольцо, квадратный мост).
4. Алгоритмизация проблемы анализа и синтеза многополюсников СВЧ
5. Интегральные схемы СВЧ

Контрольные вопросы для практических занятий по теме №5

1. Классификация управляющих устройств.
2. Фазовращатели и коммутаторы на управляемых PIN-диодах.
3. Ферритовые приборы - вентили, циркуляторы, фазовращатели.

Контрольные вопросы для практических занятий по теме №6

1. Нарисовать структурную схему антенны.
2. Перечислить общие алгоритмы нахождения с помощью ЭВМ электромагнитного поля излучающей системы токов в дальней, промежуточной и ближней областях.
3. Простейшие излучатели линейной и круговой поляризации (вибраторы, рамки, турникеты, элементы Гюйгенса, микрополосковые элементы).
4. Как осуществляется учет влияния плоских и искривленных поверхностей на излучение источников.

Контрольные вопросы для практических занятий по теме №7

1. Комплексная характеристика направленности.
2. Поляризационные и фазовые свойства антенны
3. Коэффициент направленного действия (КНД), коэффициент усиления, ширина луча, уровень бокового излучения и другие параметры антенны. Взаимосвязь между параметрами.
4. Методы экспериментального исследования антенных устройств. Антенные полигоны, безэховые камеры, коллиматоры. Автоматизация антенных измерений и антенные эталоны.
5. Обобщенное представление антенны в радиосистеме в виде четырехполюсника. Эквивалентная схема приемной антенны.
6. Поляризационные соотношения при радиоприеме. Эффективная поверхность и шумовая температура приемной антенны.
7. Взаимное сопротивление между близко и далеко расположенными излучателями.
8. Эквивалентная отражающая поверхность антенны и способы ее изменения.

Контрольные вопросы для практических занятий по теме №8

1. Идеальный линейный излучатель.
2. Режимы излучения - поперечный, сканирующий, осевой.
3. Ширина луча, КНД.
4. Влияние вида амплитудно-фазового распределения возбуждения на параметры линейной антенны.
5. Равномерная линейная фазированная антенная решетка. Выбор шага решетки. КНД решетки и мощность излучения.
6. Понятие о методах синтеза линейных излучателей и решеток.
7. Антенны осевого излучения - диэлектрические, спиральные, импедансные, директорные.
8. Волноводно-щелевые антенные решетки. Микрополосковые антенные решетки.

Контрольные вопросы для практических занятий по теме №9

1. Характеристики направленности, КНД, эффективная поверхность плоского раскрыва.
2. Возможности фокусировки раскрыва в промежуточной и ближней областях излученного поля.
3. Зеркальные, рупорные, линзовые апертурные антенны.
4. Схемы построения одно-, двух- и многозеркальных антенн.
5. Методы управления сканированием луча.
6. Суммарные и разностные характеристики направленности.
7. Плоские фазированные антенные решетки. Размещение излучателей по раскрыву по критерию отсутствия побочных главных максимумов.

8. Схемы построения и разновидности антенных решеток. Активные фазированные антенные решетки.
9. Многолучевые антенные решетки.
10. Понятие об адаптивных антенных решетках.
11. Антенны с синтезированной апертурой.

Контрольные вопросы для практических занятий по теме №10

1. Характерные особенности антенн в зависимости от применяемого диапазона волн.
2. Общие свойства антенн малых электрических размеров.
3. Антенны длинных, средних, коротких волн. УКВ-антенны.
4. Способы увеличения рабочей полосы частот. Логопериодические и логоспиральные антенны.
5. Пассивные и активные приемные антенны.

Контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы №1

1. Запишите уравнения Максвелла для диэлектрика.
2. Что такое комплексная диэлектрическая проницаемость? Каков ее физический смысл.
3. Каков критерий разделения сред на проводники и диэлектрики?
4. Охарактеризуйте методы измерения диэлектрической проницаемости?
5. В чем отличие метода полного заполнения сечения волновода от методов короткого замыкания и холостого хода?
6. Охарактеризуйте достоинства метода волноводных мостов.
7. Опишите установку и используемую методику определения диэлектрической проницаемости.

Контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы №2

1. Как определяется полное сопротивление на сверхвысоких частотах? Какие существуют методы измерения сопротивлений?
2. Как определяется полное сопротивление методом измерительной линии?
3. Что называется коэффициентом отражения, КСВ (КБВ)? связь между ними. Как определяется модель и фаза коэффициента отражения?
4. Выражение для полного сопротивления нагрузки.
5. Устройство и принцип действия измерительной линии?
6. Как осуществляется градуировка детектора измерительной линии?
7. Как измерить длину волны, КСВ и входное сопротивление с помощью измерительной линии?
8. Источники ошибок при работе с измерительной линией.

Контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы №3

1. Дать определение многополюсника СВЧ.
2. Каковы особенности матричного метода описания многоплюсников?
3. Что такое матрица рассеяния многополюсника? Каков физический смысл входящих в нее элементов?
4. В каких случаях для описания многополюсников используется матрица передачи?
5. Каким образом связаны элементы волновых матриц рассеяния и передачи?
6. Объяснить физический смысл элементов матриц проводимостей и сопротивлений.
7. Какие многополюсники называются симметричными?
8. Назвать основные свойства взаимных многополюсников.
9. В чем заключается принцип декомпозиции в анализе многополюсников СВЧ? Назвать два уровня декомпозиции.

10. Каково основное свойство матрицы передачи при каскадном включении многополюсников?
11. В чем заключается метод синфазного и противофазного возбуждения? Как применить его к расчету волнового щелевого моста?
12. Дать характеристику идеального вентиля. Записать его матрицу рассеяния.
13. Привести примеры фазовращателей. Каковы преимущества электрических фазовращателей?
14. Назвать характеристики направленного ответвителя.
15. Объяснить принцип действия двойного волноводного Т-моста.
16. Почему для правильной работы двойного тройника необходимо иметь согласованные нагрузки во всех плечах?
17. В чем основное отличие щелевого моста от других четырехплечных волноводных соединений?

Контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы №4

1. Нарисовать картину силовых линий для волны H_{10} в прямоугольном волноводе
2. Нарисовать графики, показывающие изменение амплитуд составляющих волны H_{10} в зависимости от поперечных координат
3. Дать понятия критической длины волны основного типа.
4. Нарисовать и объяснить дисперсионную характеристику для волны основного типа.
5. Как можно измерить дисперсионную характеристику волновода?
6. Объяснить причины затухания электромагнитных волн в волноводе.
7. Как можно измерить постоянную затухания волновода?

Контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы №5

1. Классификация спиральных антенн.
2. Зависят ли свойства антенны от того, работает она на передачу или на прием? Почему?
3. Почему диаграмму направленности измеряют в дальней зоне излучения?
4. Каково отличие коэффициента направленного действия от коэффициента усиления антенны?
5. Где применяются спиральные антенны?
6. В чём состоит отличие спирали с постоянным шагом от равноугольной спирали?
7. Назовите параметры цилиндрической, конической, сферической спиральной антенн.
8. Каково направление намотки спиральных антенн?
9. Каков сдвиг фаз между питанием элементов многозаходных спиральных антенн?
10. В чём состоит отличие односторонних и двусторонних спиралей?
11. В чём заключается сходство и отличие цилиндрической спиральной и рамочной антенн?
12. Каково распределение тока на проводах спирали?
13. Что обозначает индекс моды тока?
14. Назовите режимы работы цилиндрической спиральной антенны.
15. Опишите процессы, происходящие в цилиндрической спиральной антенне при изменении рабочей длины волны.
16. Какой режим и почему является основным для цилиндрической спиральной антенны?
17. Каковы условия его существования для однозаходных и двухзаходных спиралей?
18. Охарактеризуйте основной режим излучения цилиндрической спиральной антенны.
19. Какие виды поляризации излучения и в каких режимах можно получить у цилиндрической спиральной антенны?
20. В чем заключается поляризационное согласование антенн?

21. Опишите диаграмму направленности цилиндрической спиральной антенны в основном режиме.
22. Как изменяется ДН цилиндрической спирали при изменении длины волны в пределах основного режима?
23. Каким образом ослабляют обратное излучение цилиндрической спирали?
24. В чём состоит отличие ДН и поляризации однозаходной и многозаходной односторонней цилиндрических спиралей?
25. Каков КНД цилиндрической спиральной антенны?
26. Что такое активная зона конической спиральной антенны?
27. Каково распределение мод тока по виткам конической спирали?
28. Чем определяются характеристики конической спиральной антенны?
29. В чём заключается отличие плоских спиральных антенн от цилиндрических и конических?
30. Какова активная зона плоских спиральных антенн?
31. Как она зависит от частоты у спирали Архимеда? У плоской равноугольной спирали?
32. На какой диапазон частот рассчитаны спиральные антенны?

Контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы №6

1. Дайте классификацию рупорных антенн.
2. Зависят ли свойства антенны от того, работает она на передачу или на прием? Почему?
3. Почему диаграмму направленности измеряют в дальней зоне излучения?
4. Что такое фазовый центр антенны? Как его определить? Обладают ли рупорные антенны фазовым центром?
5. В чем заключается поляризационное согласование антенн?
6. Каково отличие коэффициента направленного действия от коэффициента усиления антенны?
7. Какое влияние оказывает поляризация принимаемых электромагнитных волн на уровень сигнала в приемнике?
8. Что является раскрывом применительно к различным рупорным антеннам?
9. Как запитываются рупорные антенны?
10. В чём заключается отличие открытого конца волновода от рупорной антенны?
11. На какой диапазон частот и почему рассчитаны рупорные антенны?
12. Чем определяется ширина диаграммы направленности рупорных антенн?
13. Сравните ширину диаграммы направленности открытого конца волновода и построенной на таком же волноводе рупорной антенны.
14. Какую поляризацию излучения обеспечивают рупорные антенны?
15. Что можно сказать о диапазонных свойствах рупорных антенн?
16. Назовите области применения рупорных антенн.

Контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы №7

1. Зависят ли свойства антенны от того, работает она на передачу или на прием? Почему?
2. Почему диаграмму направленности измеряют в дальней зоне излучения?
3. Что такое дальняя зона излучения и как её оценить?
4. Какие антенны относятся к антеннам апертурного типа? Привести примеры.
5. Как рассчитываются характеристики антенн апертурного типа?
6. Как формируется ДН антенн апертурного типа, от каких факторов она зависит?
7. Рассказать о конструкции зеркальной антенны. Пояснить назначение отдельных элементов.
8. Каково отличие коэффициента направленного действия от коэффициента усиления антенны?

9. Каким образом можно определить коэффициент усиления антенны?
10. Относительно каких эталонов определяют коэффициент направленного действия и коэффициент усиления?
11. Дайте определение эффективной площади антенны
12. Объяснить работу лабораторной установки.

Контрольные вопросы по результатам выполнения лабораторной работы №8

1. Как определяется поля системы излучателей в дальней зоне?
2. Дайте формулировку теоремы перемножения диаграмм направленности.
3. Что такое множитель комбинирования антенной решётки?
4. Чем определяется вид множителя направленности?
5. Какая решётка называется эквидистантной?
6. Чем определяются поляризационные свойства антенной решётки?
7. Запишите выражение для множителя комбинирования для линейной эквидистантной антенной решётки.
8. Что такое коэффициент замедления?
9. Как зависит вид множителя комбинирования от числа элементов в антенной решётке?
10. Какова протяжённость зоны видимости линейной антенной решётки?
11. От чего зависит положение направления максимального излучения линейной антенной решётки??
12. Как отличие возбуждения излучателей от синфазного повлияет на положение основного лепестка диаграммы направленности линейной антенной решётки?
13. Каковы пределы сканирования луча в линейной антенной решётке?
14. Какова ширина главного лепестка диаграммы направленности антенноё решётки?
15. Каким образом можно сузить главный лепесток ДН антенной решётки?
16. Как фаза возбуждения влияет на ширину главного лепестка диаграммы направленности?
17. От чего зависит уровень боковых лепестков в диаграмме направленности антенной решётки?
18. Назовите режимы возбуждения линейной антенной решётки.
19. Назовите режимы излучения линейной антенной решётки и сопоставьте их режимам возбуждения.
20. При каких режимах возбуждения границы зоны видимости располагаются симметрично относительно направления $\Psi = 0$?
21. Опишите метод построения диаграммы направленности антенной решётки на примере режима осевого возбуждения.
22. Каким образом знак разности фаз в возбуждении соседних излучателей определяет ориентацию главного максимума диаграммы направленности?
23. Является ли равноамплитудность возбуждения элементов антенной решётки необходимой?
24. Как повлияет неравноамплитудность возбуждения на параметры антенной решётки?
25. Как может сказаться неэквидистантность расположения элементов антенной решётки на её параметрах?
26. В каком режиме и при каких условиях антенная решётка обладает максимальным коэффициентом усиления?
27. Какие типы антенных решёток, кроме линейных, Вы знаете?

1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к зачету

(зачет выставляется по результатам собеседования со студентом после выполнения и защиты всех лабораторных работ):

1. Классификация линий передачи. Основные параметры ЛП.
2. Математическая модель ЛП.
3. Многополюсники СВЧ
4. Матричный подход к описанию многополюсников
5. Матрица рассеяния
6. Матрица передачи
7. Матрица сопротивлений
8. Радиотехнические характеристики и параметры передающих антенн.
9. Радиотехнические характеристики и параметры антенн в режиме приема
10. Симметричные вибраторные антенны
11. Спиральные антенны
12. Характеристики излучения открытого конца волновода.
13. Апертурные антенны.
14. Оптимальные рупорные антенны
15. Диэлектрические антенны
16. Линзовые антенны
17. Поле системы одинаковых и одинаково ориентированных в пространстве излучателей
18. Линейная равномерная антенная решетка
19. Анализ множителя направленности.
20. Методы экспериментального исследования антенных устройств в дальней зоне
21. Методы экспериментального исследования антенных устройств в ближней зоне