

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ  
Ответственный за образовательную  
программу  
проф., д.т.н., проф.  
(должность, уч. степень, звание)

И.А. Вельмисов

(инициалы, фамилия)

(подпись)  
« 05 »

2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Антенны и устройства сверхвысокой частоты»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.05.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования
Наименование направленности	Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования аэропортов и воздушных трасс
Форма обучения	заочная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Л.А. Федорова  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

« 04 » марта 2025 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н., проф.  
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Ф. Крячко  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Антенны и устройства сверхвысокой частоты» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» направленности «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования аэропортов и воздушных трасс». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики»

ОПК-5 «Способен проводить измерения и инструментальный контроль, проводить обработку результатов и оценивать погрешности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с параметрами передающих и приемных антенн СВЧ диапазона. В дисциплине рассматриваются принцип действия, геометрические и электрические характеристики различных типов антенн: вибраторных, щелевых, рупорных, линзовых, зеркальных, а также направленные свойства системы излучателей. Приводятся сведения об основных устройствах фидерного тракта СВЧ диапазона: делителях мощности, вращающихся сочленениях, антенных переключателях и др.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Антенны и устройства сверхвысокой частоты (СВЧ)» является: формирование профессиональной подготовки специалистов по направлению 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» по направленности «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов» в области современных антенн и устройств СВЧ ; ознакомление с кругом проблем, стоящих перед разработчиками антенно-фидерных систем наземных и бортовых радиолокационных станций; получение практических навыков по экспериментальному исследованию и настройке антенн и устройств СВЧ; получение навыков по расчету и автоматизированному расчету антенн и устройств СВЧ и умение их использования при техническом обслуживании и настройке радиотехнических устройств и систем , в научно-исследовательской и производственной деятельности в областях локационного, навигационного и связного назначения.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики	ОПК-1.3.1 знать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики ОПК-1.У.1 уметь применять физико-математический аппарат для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.В.1 владеть навыками использования знаний математики, физики и механики при решении профессиональных задач
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5 Способен проводить измерения и инструментальный контроль, проводить обработку результатов и оценивать погрешности	ОПК-5.У.1 уметь использовать методики и оборудование для проведения измерений

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Физика – в разделах «Электричество и магнетизм», «Теория электромагнитного поля»;
- Высшая математика- в разделах «Векторный анализ и теория поля», «Уравнения математической физики с частными производными» (особенно решения уравнений Лапласа, Пуассона, Гельмгольца), «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Теория рядов», «Специальные функции», «Матричное исчисление»;
- «Радиотехнические цепи и сигналы» – в разделах «Длинные линии», «Колебательные контуры», «Фильтры»;
- «Электродинамика и РРВ»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Антенны и устройства сверхвысокой частоты (СВЧ)»,
- «Радиолокационные системы и комплексы»,
- «Прием и обработка сигналов».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№7
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	9/ 324	3/ 108	6/ 216
<b>Из них часов практической подготовки</b>			
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	30	16	14
в том числе:			
лекции (Л), (час)	14	8	6
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	2		2
лабораторные работы (ЛР), (час)	14	8	6
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	*		*
экзамен, (час)	18	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	276	83	193
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

\* - часы, не входящие в аудиторную нагрузку

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 6</b>					
	0,5				10

Раздел 1. Принципы функционирования устройств СВЧ и антенн Тема 1.1 Назначение и роль антенно-фидерных устройств в радиотехнических системах; Тема 1.2. Классификация линий передачи; Тема 1.3. Основные электрические характеристики линий передачи; Тема 1.4. Режимы волн в линиях передачи; Тема 1.5. Общие методы согласования с нагрузкой					
Раздел 2. Симметричный вибратор в свободном пространстве Тема 2.1. Распределение тока и заряда на тонком вибраторе Тема 2.2. Поле излучения симметричного вибратора в дальней зоне Тема 2.3. Характеристики излучения симметричного вибратора Тема 2.4. Симметрирующие устройства	1				10
Раздел 3. Направленные свойства системы излучателей Тема 3.1. Поле излучения линейной системы излучателей. Теорема перемножения. Тема 3.2. Принцип качания луча в неподвижной линейной системе Тема 3.3. Направленные свойства антенной решетки с осевым излучением (антенна «волновой канал») Тема 3.4. Комплексные входные сопротивления системы вибраторов	1		2		10
Раздел 4. Щелевые излучатели Тема 4.1. Принцип двойственности и его применимость в теории щелевых антенн. Тема 4.2. Щели в волноводе и щелевые антенны	0,5				6
Раздел 5. Основы теории апертурных антенн Тема 5.1. Поле излучения плоской апертуры произвольной формы. Тема 5.2. Влияние амплитудного и фазового распределения на диаграмму направленности.	1				10
Раздел 6. Волноводные излучатели и рупорные антенны Тема 6.1. Излучение из открытого конца прямоугольного и круглого волновода. Тема 6.2. Основные типы электромагнитных рупоров	1		1		10
Раздел 7. Линзовые антенны Тема 7.1. Ускоряющие металлические линзы Тема 7.2. Диэлектрические линзовые антенны	1		1		9

Раздел 8. Зеркальные антенны Тема 8.1. Определение поля в раскрыве и поля излучения параболического зеркала. Тема 8.2. Коэффициент усиления (КУ) и оптимальный угол раскрыва параболической антенны. Тема 8.3. Двухзеркальные антенны	1		2		9
Раздел 9. Элементы фидерного тракта Тема 9.1. Т-образные делители мощности (тройники). Тема 9.2. Волноводные мосты. Тема 9.3. Антенный переключатель на щелевых мостах	1		2		9
Итого в семестре 6:	8		8		83
<b>Семестр 7</b>					
Раздел 10.1. Направленные свойства линейной системы излучателей Тема 10.1. Поле излучения линейной системы идентичных излучателей. Теорема перемножения. Тема 10.2. Функция направленности непрерывной линейной системы ненаправленных излучателей Тема 10.3. Принцип качания луча в неподвижной антенной решетке ненаправленных излучателей Тема 10.4. Влияние расстояния между излучателями на ДН линейной системы излучателей Тема 10.5. Направленные свойства синфазной антенной решетки ненаправленных излучателей Тема 10.6. Направленные свойства антенной решетки с осевым излучением	0,4	2	2		14
Раздел 11. Плоскостные антенные решетки Тема 11.1. Поле излучения плоской двумерной антенной решетки Тема 11.2. Поле излучения трехмерной плоскостной антенной решетки Тема 11.3. Многовибраторные синфазные антенны Тема 11.4. Структура плоских антенных решеток и способы размещения излучателей	0,4				14
Раздел 12. Антенные решетки с фазовым сканированием Тема 12.1. Схемы фидерного питания ФАР Тема 12.2. ФАР проходного типа Тема 12.3. ФАР отражательного типа	0,4		2		15

Раздел 13. Волноводно-щелевые антенные решетки Тема 13.1. Виды волноводно-щелевых решеток Тема 13.2 Волноводно-щелевые антенны с механическим изменением фазы Тема 13.3. Антенные решетки с частотным сканированием	0,4		2		15
Раздел 14. Многолучевые антенные решетки Тема 14.1. Диаграммообразующая схема Бласса Тема 14.2. Диаграммообразующая схема Батлера	0,4				15
Раздел 15. Антенные решетки с нелинейной обработкой сигнала Тема 15.1. Корреляционные антенные решетки Тема 15.2. Антенные решетки с логическим синтезом	0,5				15
Раздел 16. Кольцевые и цилиндрические ФАР Тема 16.1. Амплитудно-фазовое распределение в кольцевой ФАР Тема 16.2. Цилиндрические ФАР	0,5		2		15
Раздел 17. Вибраторные излучатели Тема 17.1. Конструкции вибраторных излучателей Тема 17.2. Микрополосковый излучатель Тема 17.3. Микрополосковая антенная решетка Франклина Тема 17.4. МПА с осевым излучением	0,5				15
Раздел 18. Рупорные антенны Тема 18.1. Рупора на основе прямоугольного волновода Тема 18.2. Конический рупор	0,5				15
Раздел 19. Спиральные антенны Тема 19.1. Цилиндрическая спираль Тема 19.2. Спираль Архимеда Тема 19.3. Логарифмическая спираль	0,5				15
Раздел 20. Элементы тракта питания ФАР Тема 20.1. Диодный двухканальный переключатель на волноводных тройниках Тема 20.2. Волноводные направленные ответвители Тема 20.3. Фазовращатели	0,5				15

Раздел 21. Ферритовые устройства Тема 21.1. Основные свойства ферритов в поле СВЧ с круговой поляризацией Тема 21.2. Невзаимные фазовращатели с поперечным полем подмагничивания феррита Тема 21.3. Ферритовые вентили с поперечным полем подмагничивания Тема 21.4. Ферритовый Y-циркулятор Тема 21.5. Проходной ферритовый фазовращатель на прямоугольном и круглом волноводах	0,5				15
Раздел 22. Оконечные нагрузки трактов Тема 22.1. Согласованные нагрузки Тема 22.2. Реактивные нагрузки	0,5				15
Выполнение курсового проекта					
Итого в семестре 7:	6	2	6		193
Итого	14	2	14		276

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	<b>Семестр 6</b>
Раздел 1.	Принципы функционирования устройств СВЧ и антенн Тема 1.1. Назначение и роль антенно-фидерных устройств в радиотехнических системах; Тема 1.2. Классификация линий передачи; Тема 1.3. Основные электрические характеристики линий передачи; Тема 1.4. Режимы волн в линиях передачи; Тема 1.5. Общие методы согласования с нагрузкой
Раздел 2.	Симметричный вибратор в свободном пространстве Тема 2.1. Распределение тока и заряда на тонком вибраторе Тема 2.2. Поле излучения симметричного вибратора в дальней зоне Тема 2.3. Характеристики излучения симметричного вибратора Тема 2.4. Симметрирующие устройства
Раздел 3.	Направленные свойства системы излучателей Тема 3.1. Поле излучения системы излучателей. Теорема перемножения. Тема 3.2. Принцип качания луча в неподвижной линейной системе Тема 3.3. Направленные свойства антенной решетки с осевым излучением (антенна «волновой канал»)



	Тема 3.4. Комплексные входные сопротивления системы вибраторов
Раздел 4.	Щелевые излучатели Тема 4.1. Принцип двойственности и его применимость в теории щелевых антенн. Тема 4.2. Щели в волноводе
Раздел 5.	Основы теории апертурных антенн Тема 5.1. Поле излучения плоской апертуры произвольной формы. Тема 5.2. Влияние амплитудного и фазового распределения на диаграмму направленности.
Раздел 6.	Волноводные излучатели и рупорные антенны Тема 6.1 Излучение из открытого конца прямоугольного и круглого волновода. Тема 6.2. Основные типы электромагнитных рупоров
Раздел 7.	Линзовые антенны Тема 7.1. Ускоряющие металлические линзы Тема 7.2. Диэлектрические линзовые антенны
Раздел 8.	Зеркальные антенны Тема 8.1. Определение поля в раскрыве и поля излучения параболоидного зеркала. Тема 8.2. Коэффициент усиления (КУ) и оптимальный угол раскрыва параболоида. Тема 8.3. Двухзеркальные антенны
Раздел 9.	Элементы фидерного тракта Тема 9.1.Т-образные делители мощности (тройники). Тема 9.2. Волноводные мосты. Тема 9.3. Антенный переключатель на щелевых мостах
	<b>Семестр 7</b>
Раздел 10.	Направленные свойства линейной системы излучателей Тема 10.1. Поле излучения линейной системы идентичных излучателей. Теорема перемножения. Тема 10.2. Функция направленности непрерывной линейной системы ненаправленных излучателей Тема10.3. Принцип качания луча в неподвижной антенной решетке ненаправленных излучателей Тема10.4. Влияние расстояния между излучателями на ДН линейной системы излучателей Тема10.5. Направленные свойства синфазной антенной решетки ненаправленных излучателей Тема 10.6. Направленные свойства антенной решетки с осевым излучением
Раздел 11.	Плоскостные антенные решетки Тема 11.1. Поле излучения плоской двумерной антенной решётки Тема 11.2. Поле излучения трёхмерной плоскостной антенной решетки Тема11.3. Многовибраторные синфазные антенны Тема11.4. Структура плоских антенных решёток и способы размещения излучателей
Раздел 12	. Антенные решётки с фазовым сканированием

	Тема 12.1. Схемы фидерного питания ФАР Тема 12.2. ФАР проходного типа Тема 12.3 ФАР отражательного типа
Раздел 13.	Волноводно-щелевые антенные решетки Тема 13.1. Виды волноводно-щелевых решеток Тема 13.2 Волноводно-щелевые антенны с механическим изменением фазы Тема 13.3. Антенные решетки с частотным сканированием
Раздел 14.	Многолучевые антенные решетки Тема 14.1. Диаграммообразующая схема Бласса Тема 14.2. Диаграммообразующая схема Батлера
Раздел 15.	Антенные решетки с нелинейной обработкой сигнала Тема 15.1. Корреляционные антенные решетки Тема 15.2. Антенные решетки с логическим синтезом
Раздел 16.	Кольцевые и цилиндрические ФАР Тема 16.1. Амплитудно-фазовое распределение в кольцевой ФАР Тема 16.2. Цилиндрические ФАР
Раздел 17.	Вибраторные излучатели Тема 17.1. Конструкции вибраторных излучателей Тема 17.2. Микрополосковый излучатель Тема 17.3. Микрополосковая антенная решетка Франклина Тема 17.4. МПА с осевым излучением
Раздел 18.	Рупорные антенны Тема 18.1. Рупора на основе прямоугольного волновода Тема 18.2. Конический рупор
Раздел 19.	Спиральные антенны Тема 19.1. Цилиндрическая спираль Тема 19.2. Спираль Архимеда Тема 19.3. Логарифмическая спираль
Раздел 20.	Элементы тракта питания ФАР Тема 20.1. Диодный двухканальный переключатель на волноводных тройниках Тема 20.2. Волноводные направленные ответвители Тема 20.3. Фазовращатели
Раздел 21.	Ферритовые устройства Тема 21.1. Основные свойства ферритов в поле СВЧ с круговой поляризацией Тема 21.2. Невзаимные фазовращатели с поперечным полем подмагничивания феррита Тема 21.3. Ферритовые вентили с поперечным полем подмагничивания Тема 21.4. Ферритовый Y-циркулятор Тема 21.5. Проходной ферритовый фазовращатель на прямоугольном и круглом волноводах
Раздел 22.	Оконечные нагрузки трактов Тема 22.1. Согласованные нагрузки Тема 22.2. Реактивные нагрузки

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7					
1	Влияние расстояния между излучателями на ДН линейной системы идентичных излучателей	Решение задач	2		1
Всего			2		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6				
1.	Исследование антенны типа «волновой канал»	2		3
2.	Исследование рупорных антенн с корректирующими линзами.	2		6,7
3.	Исследование зеркальных антенн	2		8
4.	Исследование четырех плечных волноводных элементов антенных переключателей	2		9
	Итого за семестр 6	8		
Семестр 7				
1	Исследование цилиндрической спиральной антенны	2		10
2.	Исследование волноводно-щелевых антенн	2		13
3.	Исследование фазированной антенной решетки	2		12
	Итого за семестр 7	6		
Итого		14		

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта:

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

Обязательно указать темы на курсовой проект и выделить для него время в СРС

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		53	133
Курсовое проектирование (КП, КР)			40
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		10	10
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)		10	
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		10	10
Всего:	276	83	193

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК621.396.67(075) ББК 32.845 К78	Крячко А.Ф., Федорова Л.А. Антенны и устройства сверхвысоких частот. Учебное пособие. ГУАП. С-ПБ -2017г., с238	50
УДК621.396.67(075) ББК 32.845 К78	Крячко А.Ф., Федорова Л.А. Основы теории и техники фазированных антенных решеток Учебное пособие. ГУАП. С-ПБ - 2017г., с165	50

ББК 32 848 А 72 УДК 621.396.67	Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны М: Радиотехника, 2006 г.- с.376	30
УДК621.396.67;629.7(075.8) ББК 39.57-5+32.845я73 Ф33	Федорова Л.А., Гладкий Н.А., Аюков Б.А. Расчет и проектирование авиационных антенн сверхвысоких частот. Учебное пособие. ГУАП. С-ПБ - 2019г., с145	45
УДК621.396.67(075) ББК 32.845я73 Ф33	Федорова Л.А., Крячко А.Ф., Гладкий Н.А. Высокочастотные антенные переключатели радиолокационных станций. Учебное пособие. ГУАП. С-ПБ - 2019г., с55	45
УДК 629.735.06 (075) С36	Силяков В.А., Невейкин М.Е., Аюков Б.А. Системы и средства радиосвязи гражданской авиации в метровом диапазоне волн. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб.,2008г. -180 с.	50
УДК 629.735.06 (075) ББК 39.67 .С36	Красюк В.Н., Платонов О.Ю. Антенное оборудование самолетов и его эксплуатация. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб.,2002г. – 4 п.л.	50
ББК 32 848 А 72 УДК 621.396.67	Красюк В.Н. Проектирование ФАР прямоугольной формы. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб.,1999г. -4 п.л.	200
УДК 629.386.6 ББК 32.85 .С12	Калашников В.С., Негурей А.В. Расчет параметров пассивных узлов СВЧ методами теории цепей. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб., 1999г.-99с.	150
УДК 629.386.6 ББК 32.85 .С12	Калашников В.С., Прусов А.В. Техническая электродинамика. Направляющие системы и направляемые волны. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб.,2002г. -44 с.	100
УДК 629.735.06 (075) ББК 39.67 .С36	Красюк В.Н. Современные принципы построения антенных систем аэропортов. Метод. разработка. ГУАП., С.-Пб., 1999г. 1 п. л.	40
УДК 621.396.67	Красюк В.Н. Электромагнитная совместимость антенных устройств. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб., 2002г.	100
УДК 621.396.67	Антенны и устройства	100

	сверхвысоких частот. Федорова Л.А., Данилов Ю.Н. Программы, контрольные вопросы и методические указания к выполнению контрольных работ .ГУАП., С.-Пб., 2005г. 22с.	
УДК 621.396.67(075) ББК 32.845 Б 43	Белоцерковский Г.Б., Красюк В.Н. Задачи и расчеты по курсу «Устройства СВЧ и антенны» С.Пб.,2002г.177с	20
6Ф2 12 Д 72 УДК 621.396.67	Драбкин А.Л., Зузенко В.Л., Кислов А.Г. Антенно-фидерные устройства. М.: Сов.радио, 1974г. -586с.	33
6Ф2.02. 396.67 М-26	Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. М.: Энергия, 1975г.- 528с	5
(537(ЛИАП) Т-38)	Ю.Н.Данилов, В.Н.Красюк, Б.Т.Никитин, Л.А.Федорова Техническая электродинамика и антенны. Ч.1.Электродинамика. Учебное пособие. ЛИАП, Л., 1991г.-165с.	150
621.37(СПИАП) Т-38	Ю.Н.Данилов, В.Н.Красюк, Б.Т.Никитин, Л.А.Федорова Техническая электродинамика и антенны. Ч.2.Антенны. Учебное пособие. ЛИАП, Л., 1992г.-196с	150
621.396.67 (ЛИАП) Н-62	Никитин Б.Т. Теория и техника фазированных антенных решеток. Учебное пособие. ЛИАП. Л., 1988г. -64с.	3
УДК 629.385.46 ББК 39.46	Воробьев Е.А. Основы конструирования судовых устройств СВЧ. Ленинград, Судостроение,1985, 240 с.	20

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=82">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=82</a>	Григорьев И.Н. Практические конструкции антенн/ ISBN 5-89818-061-3
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=818">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=818</a>	Ротхаммель К.,Кришке А. Антенны. Том 1,11-е изд..416 с. ISBN 5-85648-715-X
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=81">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=81</a>	Ротхаммель К.,Кришке А. Антенны. Том 2 ДМК , ISBN 5-85648-716-8
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2689">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2689</a>	Кравченко В.Ф.,Сиренко Ю.К.,Сиренко Преломление электромагнитных волн открытыми резонансными . Моделирование и анализ переходных и установившихся процессов. Физматлит;2011.-320с.ISBN
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=403">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=403</a>	Фальковский О.И. Техническая электродинамика 2009.-432с.ISBN 978-5-8114-0980-8
<a href="http://lib.aanet.ru/index.php?option=com_irbis&amp;Itemid=300&amp;11DBN=BOOKS&amp;121DBNAM=BOOKS&amp;C21COM=S&amp;521ALL=(&lt;. &gt;MFN=47038&lt;.&gt;)">http://lib.aanet.ru/index.php?option=com_irbis&amp;Itemid=300&amp;11DBN=BOOKS&amp;121DBNAM=BOOKS&amp;C21COM=S&amp;521ALL=(&lt;. &gt;MFN=47038&lt;.&gt;)</a>	Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Учебник /Г.А.Ерохин,Н.Д.Козырев,Черных / Ред.Г.А.Ерохин, 2007.-491с.

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Устройства СВЧ и антенны»	14-02 Гаст.
3	Класс для практических занятий	11-01 БМ

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> </ul>



Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Характеристики антенн: амплитудная функция направленности, поляризационная характеристика и поляризационная диаграмма, КНД, КПД, КУ, КИП, действующая длина, мощность излучения, сопротивление излучения, входное сопротивление.	ОПК-1. 3.1
2.	Распределение тока и зарядов в проводах симметричного вибратора.	ОПК-1.У.1
3.	Поле излучения симметричного вибратора.	ОПК-1.У.1
4.	Амплитудная функция направленности вибратора в диапазоне частот.	ОПК-5.У.1
5.	Мощность излучения, сопротивление излучения, КНД и КПД симметричного вибратора.	ОПК-1.3.1
6.	Входное сопротивление вибратора и широкополосные вибраторы.	ОПК-5.У.1
7.	Симметрирующие устройства для питания проволочных антенн коаксиальными линиями передачи.	ОПК-1.У.1
8.	Поле излучения линейной системы эквидистантных идентичных излучателей. Теорема перемножения.	ОПК-1.У.1
9.	Принцип качания луча в неподвижной линейной системе излучателей.	ОПК-1.3.1
10.	Направленные свойства линейной синфазной системы излучателей.	ОПК-1.В.1
11.	Направленные свойства линейной системы с осевым излучением.	ОПК-1.В.1

12.	Диаграммы направленности антенны «волновой канал» в Е и Н-плоскостях	ОПК-5.У.1
13.	Функция направленности плоскостной антенной решетки.	ОПК-5.У.1
14.	Взаимное влияние вибраторов, работающих в системе. Входное сопротивление, собственное, взаимное	ОПК-1.В.1
15.	Симметричный горизонтальный вибратор над поверхностью Земли.	ОПК-1.В.1
16.	Симметричный вертикальный вибратор над поверхностью Земли.	ОПК-1.В.1
17.	Несимметричный вертикальный вибратор над поверхностью Земли. Г- и Т- образные антенны. Противовесы и заземления, их конструкция и назначение	ОПК-1.В.1
18.	Принцип двойственности и его применение для определения характеристик излучения щели в плоском безграничном экране.	ОПК-1.3.1
19.	Излучающие щели в волноводе. Виды волноводно-щелевых антенн.	ОПК-1.3.1
20.	Методы расчета поля излучения апертурных антенн. Внутренняя и внешняя задачи. Принцип эквивалентных токов. Поле излучения площадки произвольной формы.	ОПК-1.У.1
21.	Поле излучения синфазной прямоугольной площадки с постоянным и косинусоидальным законами распределения амплитуды поля.	ОПК-1.В.1
22.	Влияние различных законов распределения фазы по раскрытию антенны на диаграмму направленности.	ОПК-1.В.1
23.	Е - плоскостной секториальный рупор. Геометрические параметры. Оптимальный рупор. Поле в раскрытии и поле излучения	ОПК-1.В.1
24.	Н - плоскостной секториальный рупор. Геометрические параметры. Оптимальный рупор. Поле в раскрытии и поле излучения	ОПК-1.В.1
25.	Диэлектрическая линзовая антенна. Геометрические параметры. Принцип работы. Уравнение профиля. Поле в раскрытии и поле излучения.	ОПК-1.В.1
26.	Металлопластинчатая линзовая антенна. Геометрические параметры. Принцип работы. Уравнение профиля. Поле в раскрытии и поле излучения.	ОПК-1.В.1
27.	Зонирование линзовых антенн. Уравнения профилей зонированных линзовых антенн. Преимущества и недостатки зонирования.	ОПК-1.У.1
28.	Параболические зеркальные антенны. Уравнение профиля параболоида в полярной и декартовой системах координат. Поле в раскрытии. КУ, КНД, КИП, КПД. Оптимальный угол раскрытия.	ОПК-1.У.1
29.	Методы устранения реакции зеркала на облучатель. Зеркало с поворотом плоскости поляризации.	ОПК-1.В.1
30.	Способы формирования диаграммы направленности вида «косеканс».	ОПК-1.В.1
31.	Сферическая антенна с широким углом качания луча. Принцип работы. Геометрические параметры.	ОПК-1.В.1
32.	Двух зеркальная антенна Кассегрена. Принцип работы. Геометрические параметры.	ОПК-1.В.1

33.	Двух зеркальная антенна Грегори. Принцип работы. Геометрические параметры.	ОПК-1.В.1
34.	Двух зеркальная антенна с плоским зеркалом за облучателем. Принцип работы антенны и зеркала с поворотом плоскости поляризации	ОПК-1.В.1
35.	Характеристики и режимы волн в линиях передачи. Напряжение суммарной волны. Входное сопротивление. Коэффициенты бегущей и стоячей волны. Условие существования в линии бегущей волны.	ОПК-1. 3.1
36.	Линия короткозамкнутая на конце. Распределение суммарной волны тока и напряжения. Входное сопротивление. Примеры использования в технике антенн	ОПК-1. 3.1
37.	Разомкнутая на конце линия. Распределение суммарной волны тока и напряжения. Входное сопротивление. Примеры использования в антенной технике.	ОПК-1. 3.1
38.	Т-образные соединения линий передачи. Е и Н- плоскостные волноводные тройники. Эквивалентные схемы. Условия внутреннего согласования. Реактивные элементы, используемые для согласования волноводных тройников. Применение тройников.	ОПК-1.В.1
39.	Двойной волноводный тройник. Конструкция, принцип работы и свойства.	ОПК-1.В.1
40.	Антенный переключатель импульсной РЛС на двойных тройниках	ОПК-1.В.1
41.	Дуплексер на двойных Т-мостах при работе РЛС на одну антенну в непрерывном режиме.	ОПК-1.В.1
42.	Кольцевой волноводный мост. Условие возбуждения плеча, если кольцо свернуто в Е-плоскости (Н-плоскости). Фазы волн на выходах из плеч моста ( векторные диаграммы при питании из разных плеч).	ОПК-1.В.1
43.	Антенный переключатель прием-передача импульсной РЛС на кольцевых мостах.	ОПК-1.В.1
44.	Щелевой волноводный мост. Конструкция. Геометрические параметры. Принцип работы. Векторные диаграммы сигналов на выходах моста.	ОПК-1.В.1
45.	Антенный переключатель прием-передача импульсной РЛС на щелевых мостах	ОПК-1.В.1
46.	Дуплексер на щелевых мостах при работе РЛС на одну антенну в непрерывном режиме.	ОПК-1.В.1
47.	Направленный волноводный ответвитель с двумя отверстиями связи на узкой стенке. Конструкция, геометрические и электрические параметры, принцип работы. Примеры применения НО.	ОПК-1.В.1
48.	НО с тремя отверстиями связи на узкой стенке. Конструкция, геометрические и электрические параметры, принцип работы. Широкополосные свойства.	ОПК-1.В.1

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена <b>Семестр 7</b>	Код индикатора
1.	Поле излучения линейной решетки идентичных излучателей. Теорема перемножения	ОПК-1.3.1.

2.	Множитель решетки равно амплитудных эквидистантных излучателей с прогрессивным питанием по фазе.	ОПК-1.У.1
3.	Функция направленности непрерывной линейной системы излучателей.	ОПК-1.В.1
4.	Принцип качания луча в фазированной антенной решетке изотропных излучателей	ОПК-1.В.1
5.	Влияние расстояния между излучателями на диаграмму направленности антенной решетки.	ОПК-5.У.1
6.	Направленные свойства антенной решетки синфазных ненаправленных излучателей	ОПК-1.В.1
7.	Направленные свойства антенной решетки ненаправленных излучателей с осевым излучением. Антенна «волновой канал».	ОПК-1.В.1
8.	Антенная решетка из двух синфазных ненаправленных излучателей. Диаграммы направленности при различных расстояниях между излучателями.	ОПК-5.У.1
9.	Антенная решетка из двух противофазных ненаправленных излучателей. Диаграммы направленности при различных расстояниях между излучателями	ОПК-5.У.1
10.	Диаграммы направленности антенной решетки из двух ненаправленных излучателей при расстояниях между ними $\lambda/4$ и сдвиге по фазе между токами $\pi/2$ .	ОПК-5.У.1
11.	Влияние экрана на излучение вибратора. Метод зеркальных изображений.	ОПК-1.У.1
12.	Функция направленности плоскостной двухмерной и трехмерной антенной решетки.	ОПК-5.У.1
13.	Структура плоских антенных решеток и способы размещения излучателей	ОПК-1.У.1
14.	Схемы фидерного питания антенной решетки с фазовым сканированием луча.	ОПК-1.У.1
15.	Фазированная антенная решетка проходного типа с пространственным питанием. Амплитуда и фаза поля на излучающем раскрыве.	ОПК-1.У.1
16.	Фазированная антенная решетка отражательного типа с пространственным питанием. Амплитуда и фаза поля на излучающем раскрыве.	ОПК-1.У.1
17.	Волноводно-щелевые антенные решетки со сканированием луча. Примеры конструктивного выполнения АР с широким сектором сканирования.	ОПК-1.В.1
18.	Многолучевая антенная решетка последовательного питания с диаграммообразующей схемой Бласса.	ОПК-1.В.1
19.	Многолучевая антенная решетка параллельного питания с диаграммообразующей схемой Батлера.	ОПК-1.В.1
20.	Антенные решетки с обработкой сигнала (корреляционные АР и АР с логическим синтезом).	ОПК-1.В.1
21.	Кольцевая фазированная антенная решетка. Принцип работы и поле излучения АР.	ОПК-5.У.1
22.	Конструкции вибраторных антенн, используемых в ФАР.	ОПК-1.В.1
23.	Синфазно-горизонтальная вибраторная антенная решетка и микрополосковая антенна Франклина. Конструкция, принцип работы.	ОПК-1.В.1
24.	Волноводно-щелевые излучатели и антенные решетки на их	ОПК-1.В.1

	основе	
25.	Волноводные и рупорные излучатели в АР на их основе.	ОПК-1.В.1
26.	Диэлектрические стержневые излучатели и АР на их основе	ОПК-1.В.1
27.	Цилиндрическая спиральная антенна и АР на ее основе.	ОПК-1.В.1
28.	Принцип работы и геометрические параметры спирали Архимеда	ОПК-1.3.1.
29.	Принцип работы и геометрические параметры равноугольной плоской спирали	ОПК-1.3.1.
30.	Микрополосковый излучатель. Конструкция, распределение токов и полей, излучаемая поляризация.	ОПК-5.У.1
31.	Принцип работы и конструкции механических фазовращателей на отрезках линий передачи.	ОПК-1.3.1.
32.	Механический фазовращатель на двойном волноводном тройнике.	ОПК-1.В.1
33.	Механический фазовращатель на волноводном щелевом мосте.	ОПК-1.В.1
34.	Коммутационный фазовращатель отражательного типа на отрезках линий передачи.	ОПК-1.В.1
35.	Проходной коммутационный фазовращатель на двойном волноводном тройнике.	ОПК-1.В.1
36.	Проходной коммутационный фазовращатель на волноводном щелевом мосте.	ОПК-1.В.1
37.	Проходной коммутационный фазовращатель на переключаемых отрезках линий передачи.	ОПК-1.В.1
38.	Схемы коммутационных фазовращателей на отрезках линий передачи, обеспечивающие дискретное изменение фазы в излучателях АР.	ОПК-1.В.1
39.	Конструкции АР с последовательным распределением мощности и коммутационными фазовращателями на щелевых мостах	ОПК-1.В.1
40.	Конструкции АР с последовательным распределением мощности и коммутационными фазовращателями на щелевых мостах	ОПК-1.В.1
41.	Регулируемый делитель мощности на двойных волноводных тройниках.	ОПК-1.В.1
42.	. Регулируемый делитель мощности на щелевых волноводных мостах.	ОПК-1.В.1
43.	. Намагниченный феррит в поле СВЧ.	ОПК-1.3.1.
44.	Ферритовый фазовращатель на прямоугольном волноводе Реджира Спенсера.	ОПК-1.В.1
45.	Ферритовый фазовращатель на круглом волноводе с волной Н <sub>11</sub> .	ОПК-1.В.1
46.	Ферритовый фазовращатель на прямоугольном волноводе с поперечно-намагниченной пластиной.	ОПК-1.В.1
47.	Ферритовый У-циркулятор и его применение	ОПК-1.В.1
48.	Двухканальный ферритовый переключатель	ОПК-1.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
1.	Широкодиапазонная зеркальная антенна радиотелескопа (Тип антенной системы - Параболическое зеркало, облучаемое цилиндрической спиралью).
2.	Параболическое зеркало с волноводно-вибраторным облучателем из двух вибраторов обратного излучения, возбуждаемых открытым концом прямоугольного волновода
3.	Параболическое зеркало с волноводным двух щелевым облучателем Катлера обратного излучения.
4.	Параболическое зеркало с волноводно-вибраторным облучателем из четырех вибраторов обратного излучения
5.	Параболическое зеркало, облучаемое пирамидальным рупором
6.	Параболическое зеркало, облучаемое коническим рупором
7.	Параболический цилиндр, облучаемый линейной системой полуволновых синфазных щелей, прорезанных на широкой стенке прямоугольного волновода со смещением в шахматном порядке относительно его оси
8.	Параболический цилиндр, облучаемый линейной синфазной системой полуволновых вибраторов, расположенных на высоте $h=\lambda/4$ над широкой стенкой прямоугольного волновода на расстоянии $d=\lambda/2$ друг от друга
9.	Диэлектрическая линза, облучаемая пирамидальным рупором
10.	Диэлектрическая линза, облучаемая линейной системой полуволновых синфазных щелей, прорезанных на широкой стенке прямоугольного волновода со смещением в шахматном порядке относительно его оси
11.	Диэлектрическая линза, облучаемая линейной системой полуволновых вибраторов, расположенных на высоте $h=\lambda/4$ над широкой стенкой прямоугольного волновода на расстоянии $d=\lambda/2$ друг от друга
12.	Металлопластинчатая линза, облучаемая пирамидальным рупором
13.	Металлопластинчатая линза, облучаемая линейной системой полуволновых синфазных щелей, прорезанных на широкой стенке прямоугольного волновода со смещением в шахматном порядке относительно его оси
14.	Металлопластинчатая линза, облучаемая линейной системой полуволновых вибраторов, расположенных на высоте $h=\lambda/4$ над широкой стенкой прямоугольного волновода на расстоянии $d=\lambda/2$ друг от друга
15.	Антенная решетка из цилиндрических спиральных излучателей с эквидистантным расположением и равно амплитудным возбуждением
16.	Волноводно-щелевая плоская антенная решетка с эквидистантным расположением и равно амплитудным возбуждением щелей, прорезанных на широкой стенке прямоугольного волновода со смещением в шахматном порядке относительно его оси
17.	Волноводно-щелевая плоская антенная решетка с эквидистантным расположением и равно амплитудным возбуждением щелей, прорезанных на узкой стенке прямоугольного волновода на расстоянии $d=\lambda/2$ друг от друга со встречным наклоном
18.	Плоская антенная решетка с эквидистантным расположением и равно амплитудным возбуждением нескольких линеек полуволновых вибраторов, расположенных на высоте $h=\lambda/4$ над широкой стенкой прямоугольного волновода на расстоянии $d=\lambda/2$ друг от друга
19.	Плоская антенная решетка из диэлектрических стержней с эквидистантным расположением и равно амплитудным возбуждением излучателей

20.	Двух зеркальная антенна Кассегрена
-----	------------------------------------

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	При каких условиях в линии передачи существует режим бегущей волны? 1. Сопротивление нагрузки должно быть чисто активной величиной и равняться волновому сопротивлению линии передачи. 2. Сопротивление нагрузки должно равняться нулю. 3. Линия передачи должна быть нагружена на сопротивление, равное волновому сопротивлению свободного пространства $120\pi$ 4. Сопротивление нагрузки должно быть чисто реактивной величиной.	ОПК-5.У.1
2.	По диапазону волн антенны делятся на антенны СДВ (сверх длинные волны, ДВ (длинные волны), СВ (средние волны), УКВ (ультракороткие волны). Составьте указанную последовательность из приведенных частот: 3-30 кГц 3-30 МГц 300 кГц-3 МГц 30-300 кГц	ОПК-1.3.1
3.	Вставьте пропущенное слово в текст: Амплитудной функцией направленности антенны называется зависимость _____ вектора напряженности электрического поля в дальней зоне от угловых координат $\theta, \varphi$ в сферической системе координат при условии, что расстояние от антенны до наблюдателя остается постоянным	ОПК-1.3.1
4.	Сопоставить приведенные обозначения с характеристиками антенны $2\theta^{\circ}_{P/2}$ $P_{\Sigma}$ $f(\theta, \varphi)$ - ширина диаграммы направленности на уровне половинной мощности - мощность излучения антенны - амплитудная функция направленности антенны и ее графическое изображение – диаграмма направленности	ОПК-1.У.1
5.	Дайте определение поляризационной характеристики антенны и приведите ее виды?	ОПК-1.В.1
6.	Как рассчитать поле излучения линейной решетки из $n$ идентичных направленных излучателей, расположенных на одинаковом расстоянии $d$ друг от друга и питаемых со сдвигом по фазе $\psi$ между их токами? 1. Рассчитать функцию направленности одного излучателя и умножить ее на число излучателей. 2. Рассчитать функцию направленности решетки ненаправленных излучателей и умножить ее на число излучателей. 3. Рассчитать функцию направленности одного излучателя и	ОПК-5.У.1

	умножить ее на функцию направленности решетки ненаправленных излучателей. 4. Рассчитать функцию направленности решетки ненаправленных излучателей с учетом их числа.	
7.	Составить последовательность элементов, которую должна содержать фазированная антенная решетка (ФАР) проходного типа, из приведенных ниже элементов: Антенная решетка, вентили, две антенные решетки, проходные фазовращатели, отражательные фазовращатели, рупорный облучатель, поляризаторы.	ОПК-1.В.1
8.	Вставьте пропущенное слово в текст: Проходной ферритовый фазовращатель Реджиа-Спенсера содержит следующие элементы: прямоугольный волновод, _____ стержень, диэлектрическое кольцо, соленоид.	ОПК-1.3.1
9.	Сопоставить приведенные конструкции с типами рупорных антенн:(пирамидальный, Н-плоскостной секториальный рупор, Е-плоскостной секториальный рупор) 1.Увеличивается широкая стенка волновода - а, размер узкой стенки волновода –b остается неизменным. 2.Увеличивается узкая стенка волновода - b, размер широкой стенки волновода – а остается неизменным. 3.Увеличиваются одновременно широкая стенка а и узкая стенки волновода b.	ОПК-1.У.1
10.	Дайте определение конструкции щелевого моста и его свойств	ОПК-1.В.1
1.	Какие функции выполняет передающая антенна, если она подключена к радиопередатчику через фидерный тракт?	ОПК-1.У.1
2.	Сформулируйте назначение приемной антенны?	ОПК-1.3.1
3.	Какой диапазон длин волн относится к СВЧ диапазону?	ОПК-1.3.1
4.	Что называется амплитудной функцией направленности антенны?	ОПК-1.В.1
5.	Что называется поляризационной характеристикой антенны?	ОПК-1.В.1
6.	Как определяют ширину диаграммы направленности антенны?	ОПК-5.У.1
7.	При каких условиях в линии передачи существует режим бегущей волны?	ОПК-1.В.1
8.	При каких условиях в линии передачи существует режим стоячих волн?	ОПК-1.В.1
9.	Как связан коэффициент отражения от нагрузки с сопротивлением нагрузки в линии передачи?	ОПК-1.В.1
10.	Что собой представляет симметричный вибратор?	ОПК-1.3.1
11.	Каким выражением описывается функция направленности симметричного вибратора в дальней зоне?	ОПК-1.В.1
12.	Какой вид имеет амплитудная функция направленности полуволнового симметричного вибратора в Е и Н - плоскостях?	ОПК-5.У.1
13.	Как изменится диаграмма направленности симметричного полуволнового вибратора в Е плоскости, если увеличить его длину до $2l = 1,5\lambda$ ?	ОПК-5.У.1
14.	Чему равно активное входное сопротивление полуволнового и волнового вибраторов малой толщины?	ОПК-1.В.1
15.	Каким выражением описывается нормированная функция направленности линейной системы эквидистантных ненаправленных излучателей в дальней зоне?	ОПК-1.У.1
16.	Как ориентирована в пространстве диаграмма направленности	ОПК-1.В.1



	синфазной линейной системы излучателей?	
17.	Какой вид в пространстве имеет диаграмма направленности в Е- и Н-плоскости линейной системы из двух излучателей А-Р?	ОПК-1.У.1
18.	Какие условия необходимо выполнить, чтобы антенна волновой канал излучала в диаграмму направленности вдоль оси линейной системы излучателей?	ОПК-5.У.1
19.	Какие условия необходимо выполнить, чтобы в диаграмме направленности линейной системы с осевым излучением не возникали дифракционные максимумы?	ОПК-5.У.1
20.	Что такое фазированная антенная решетка?	ОПК-1.3.1
21.	Как учесть влияние проводящего экрана на диаграмму направленности симметричного полуволнового вибратора, расположенного горизонтально на высоте $h$ над экраном?	ОПК-1.У.1
22.	Каким образом надо прорезать щель в волноводе с волной типа Н <sub>10</sub> , чтобы она излучала?	ОПК-1.В.1
23.	Какой вид имеет диаграмма направленности полуволновой щели в Е- и Н-плоскостях, прорезанной в плоском безграничном экране?	ОПК-1.У.1
24.	Какую поляризацию излучает волноводно-щелевая антенна (ВЩА) со встречно-наклонными щелями на узкой стенке прямоугольного волновода с расстоянием между щелями $\Lambda/2$ ?	ОПК-1.В.1
25.	Какой вид имеет диаграмма направленности волноводно-щелевой антенны (ВЩА) бегущей волны с поперечными щелями на широкой стенке прямоугольного волновода при расстоянии между щелями $d = \Lambda/4$ ?	ОПК-1.У.1
26.	Как связана ширина диаграммы направленности синфазной прямоугольной площадки с линейным размером площадки $D$ при заданном законе распределения амплитуды поля и рабочей длине волны $\lambda$ ?	ОПК-1.У.1
27.	Какая стенка прямоугольного волновода увеличивается в размере для получения Н-плоскостного секториального рупора?	ОПК-1.В.1
28.	Какая стенка прямоугольного волновода увеличивается в размере для получения Е-плоскостного секториального рупора?	ОПК-1.В.1
29.	Как влияют угол раскрытия рупора $\Psi$ и его радиальная длина $R$ на величину фазовых искажений в раскрыве?	ОПК-1.У.1
30.	Каким уравнением в полярной системе координат описывается профиль изображенной линзовой антенны?	ОПК-1.В.1
31.	Какие преимущества и недостатки имеет зонированная диэлектрическая линзовая антенна по сравнению с не зонированной линзой?	ОПК-1.В.1
32.	Каким уравнением в полярной системе координат описывается профиль параболической зеркальной антенны?	ОПК-1.В.1
33.	Какой вид диаграммы направленности формирует параболический цилиндр с облучателем в виде линейной антенной решетки?	ОПК-1.У.1
34.	Какой вид диаграммы направленности формирует параболоид вращения с рупорным облучателем?	ОПК-1.У.1
35.	Как конструктивно выполняется зеркало с поворотом плоскости поляризации на 90°?	ОПК-1.В.1
36.	Как конструктивно выполняется двух зеркальная антенна Кассегрена?	ОПК-1.В.1
37.	Как конструктивно выполняется двух зеркальная антенна с качанием луча в широком секторе углов?	ОПК-1.В.1

38.	Как осуществляется широкоугольное качание луча диаграммы направленности в сферической зеркальной антенне?	ОПК-1.В.1
39.	Каковы свойства внутренне согласованного волноводного Е-тройника?	ОПК-1.В.1
40.	Каковы свойства внутренне согласованного волноводного Н-тройника?	ОПК-1.В.1
41.	Каковы причины необходимости внутреннего согласования волноводного Н-тройника?	ОПК-1.У.1
42.	Каковы причины необходимости внутреннего согласования волноводного Е-тройника?	ОПК-1.У.1
43.	Как выглядит конструкция антенного переключателя импульсной РЛС с использованием двойного волноводного тройника?	ОПК-1.В.1
44.	Как выглядит конструкция дуплексера с использованием двойного волноводного тройника при работе станции связи на двух разнесенных частотах в непрерывном режиме?	ОПК-1.В.1
45.	Каковы условия возбуждения плеча в кольцевом мосте, если кольцо свернуто в Е-плоскости?	ОПК-1.В.1
46.	Каковы условия возбуждения плеча в кольцевом мосте, если кольцо свернуто в Н-плоскости?	ОПК-1.В.1
47.	Сколько плеч содержит конструкция кольцевого моста и каковы расстояния между плечами?	ОПК-1.В.1
48.	Как выглядит конструкция антенного переключателя импульсной РЛС с использованием кольцевого моста?	ОПК-1.3.1
49.	Как выглядит конструкция щелевого волноводного моста?	ОПК-1.3.1
50.	Как выглядит конструкция антенного переключателя импульсной РЛС с использованием щелевого волноводного моста?	ОПК-1.3.1
51.	Как выглядит конструкция дуплексера РЛС, работающей на двух частотах в непрерывном режиме, с использованием щелевого волноводного моста?	ОПК-1.3.1
52.	Как выглядит конструкция волноводного направленного ответвителя?	ОПК-1.3.1

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов. Семестр 7	Код индикатора ОПК-5-У-1
1	Каким выражением описывается нормированная функция направленности линейной системы эквидистантных ненаправленных излучателей в дальней зоне?	ОПК-1-У-1
2	Сформулируйте теорему перемножения?	ОПК- 1.3.1
3	Как ориентирована в пространстве диаграмма направленности синфазной линейной системы излучателей?	ОПК-1-У-1
4	Сформулируйте принцип качания луча в неподвижной линейной системе излучателей?	ОПК-1-У-1
5	Что такое фазированная антенная решетка?	ОПК- 1.3.1
6	Как влияет увеличение расстояния между излучателями на диаграмму направленности антенной решетки?	ОПК-1-У-1
7	Каким должно быть расстояние между излучателями синфазной решетки?	ОПК-1-У-1
8	Что собой представляет симметричный вибратор?	ОПК- 1.3.1
9	Каким выражением описывается функция направленности симметричного вибратора в дальней зоне?	ОПК-1-У-1

10	Какой вид имеет амплитудная функция направленности полуволнового симметричного вибратора в Е и Н - плоскостях?	ОПК-1-В-1
11	Как изменится диаграмма направленности симметричного полуволнового вибратора в Е плоскости, если увеличить его длину до $2l = 1,5\lambda$ ?	ОПК-1-В-1
12	Чему равно активное входное сопротивление полуволнового и волнового вибраторов малой толщины?	ОПК-5-У-1
13	Какой вид в пространстве имеет диаграмма направленности в Е- и Н-плоскости линейной системы из двух излучателей А-Р?	ОПК-5-У-1
14	Какие условия необходимо выполнить, чтобы антенна волновой канал излучала в диаграмму направленности вдоль оси линейной системы излучателей?	ОПК-1-В-1
15	Какие условия необходимо выполнить, чтобы в диаграмме направленности линейной системы с осевым излучением не возникали дифракционные максимумы?	ОПК-1-В-1
16	В чем заключается метод зеркального изображения?	ОПК- 1.3.1
17	Как учесть влияние проводящего экрана на диаграмму направленности симметричного полуволнового вибратора, расположенного горизонтально на высоте $h$ над экраном?	ОПК-1-В-1
18	Каким образом надо прорезать щель в волноводе с волной типа Н <sub>10</sub> , чтобы она излучала?	ОПК-1-У-1
19	Какой вид имеет диаграмма направленности полуволновой щели в Е - и Н- плоскостях, прорезанной в плоском безграничном экране?	ОПК-5-У-1
20	Какую поляризацию излучает волноводно-щелевая антенна (ВЩА) со встречно-наклонными щелями на узкой стенке прямоугольного волновода с расстоянием между щелями $\Lambda/2$ ?	ОПК-5-У-1
21	Какой вид имеет диаграмма направленности волноводно-щелевой антенны (ВЩА) бегущей волны с поперечными щелями на широкой стенке прямоугольного волновода при расстоянии между щелями $d = \Lambda/4$ ?	ОПК-5-У-1
22	Какая стенка прямоугольного волновода увеличивается в размере для получения Н- плоскостного секториального рупора?	ОПК-1-У-1
23	Какая стенка прямоугольного волновода увеличивается в размере для получения Е- плоскостного секториального рупора?	ОПК-1-У-1
24	Как влияют угол раскрытия рупора $\Psi$ и его радиальная длина $R$ на величину фазовых искажений в раскрыве?	ОПК-5-У-1
25	Какую поляризацию излучает цилиндрическая спиральная антенна, у которой длина витка равна длине волны?	ОПК-5-У-1
26	Почему спираль Архимеда является широкополосной антенной?	ОПК- 1.3.1
27	Каковы свойства внутренне согласованного волноводного Е-тройника?	ОПК-1-У-1
28	Каковы свойства внутренне согласованного волноводного Н-тройника?	ОПК-1-У-1
29	Каковы причины необходимости внутреннего согласования волноводного Н-тройника?	ОПК-1-У-1
30	Каковы причины необходимости внутреннего согласования волноводного Е-тройника?	ОПК-1-У-1
31	Как выглядит конструкция двухканального делителя мощности с использованием волноводного тройника?	ОПК-1-У-1
32	Как выглядит конструкция фазовращателя с использованием двойного волноводного тройника?	ОПК-1-У-1

33.	Как выглядит конструкция фазовращателя с использованием щелевого волноводного моста?	ОПК-1-У-1
34.	Как выглядит конструкция регулируемого делителя мощности с использованием щелевого волноводного моста?	ОПК-1-У-1
35.	Как выглядит конструкция волноводного направленного ответвителя?	ОПК-1-У-1

1	1. Сопротивление нагрузки должно быть чисто активной величиной и равняться волновому сопротивлению линии передачи. Обоснование коэффициент отражения от нагрузки равен нулю
2	3-30 кГц            СДВ 30-300 кГц        ДВ 300 кГц-3 МГц    СВ 3-30МГц           УКВ
3	амплитуды
4	$2\theta_{P/2}$ – ширина диаграммы направленности на уровне половинной мощности $P_{\Sigma}$ – мощность излучения антенны $f(\theta, \varphi)$ – амплитудная функция направленности антенны и ее графическое изображение – диаграмма направленности
5	Кривая, которую описывает конец вектора $E$ (годограф вектора $E$ ) в плоскости перпендикулярной направлению распространения электромагнитной волны в свободном пространстве за период высокой частоты, называется поляризационной характеристикой. Виды поляризации: линейная, эллиптическая, круговая.
6	1. Рассчитать функцию направленности одного излучателя и умножить ее на число излучателей Обоснование теореме перемножения
7	ФАР проходного типа содержит рупорный облучатель, две антенные решетки, проходные фазовращатели
8	ферритовый
9	При увеличении широкой стенки волновода – $a$ получаем <b><i>H</i>-плоскостной секториальный рупор.</b> При увеличении узкой стенки волновода – $b$ получаем <b><i>E</i>-плоскостной секториальный рупор.</b> При одновременном увеличении широкой стенки $a$ и узкой стенки волновода $b$ получаем <b>пирамидальный рупор.</b>
10	Щелевой мост это четырех плечное устройство, которое состоит из двух одинаковых по размерам поперечного сечения волноводов ( $a \times b$ ) прямоугольного сечения с общей узкой стенкой $b$ , в которой прорезано по всей высоте $b$ вдоль оси волновода отверстие связи с длиной $L$ . При подаче мощности в одно из плеч она делится поровну и со сдвигом по фазе в $90^\circ$ между плечами противоположными входному, а соседнее плечо оказывается развязанным.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Расчет диаграммы направленности симметричного вибратора над землей
	Расчет диаграммы направленности линейной системы из n симметричных вибраторов, расположенных параллельно друг другу

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

1. Формулировка задачи лекции.
2. Разделы и параграфы излагаемого материала с соответствующими математическими выкладками.
3. Графические материалы необходимых теоретических зависимостей.
4. Выводы по каждому разделу

**В библиотеке ГУАП в печатном и электронном виде имеются учебные пособия:**

1. А.Ф.Крячко, Л.А. Федорова Антенны и устройства сверхвысоких частот. Учебное пособие ГУАП, С -Пб., 2017 г. 238 с.

2. А.Ф.Крячко, Л.А. Федорова Основы теории и техники фазированных антенных решеток. Учебное пособие ГУАП, С- Пб.,2017 г. 198 с.

### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

### Требования к проведению практических занятий

### 11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

### Задание и требования к проведению лабораторных работ

1. Ознакомиться с методической разработкой к лабораторной работе.
2. Проработать самостоятельно теоретический материал, поддерживающий тематику лабораторной работы.
3. Ознакомиться с аппаратурой, входящей в лабораторную установку.
4. Рассчитать и построить необходимые теоретические зависимости по заданию преподавателя.
5. Ответить на контрольные вопросы, имеющиеся в методической разработке к лабораторной работе.

5. Ответить на вопросы коллоквиума, проводимого преподавателем перед выполнением лабораторной работы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Краткую формулировку задачи исследования.
2. Структурную схему измерительной установки лабораторной работы.
3. Таблицы экспериментальных исследований.
4. Графические зависимости от заданных параметров исследуемых величин.
5. Расчетные данные и графические материалы необходимых теоретических зависимостей.
6. Сравнительный анализ данных теории и эксперимента.
7. Выводы по работе

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет выполняется в соответствии с действующими государственными стандартами каждым студентом индивидуально в печатном или рукописном виде на белой бумаге формата 210x297 мм. Таблицы экспериментальных исследований и теоретических расчетов приводятся с соответствующей нумерацией и заголовками.

#### **Перечень методических указаний по проведению лабораторных работ.**

Все методички имеются на кафедре в электронном виде.

1. Исследование антенны типа «волновой канал». Никитин Б.Т. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ЛИАП, Л., 1986г. -25с.
2. Исследование рупорных антенн с корректирующими линзами. Федорова Л.А., Гладкий Н.А. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ГУАП, С.-Пб. 2002г. -25с.
3. Исследование зеркальных антенн. Данилов Ю.Н., Никитин Б.Т. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ГААП, С.-Пб., 1996г. -25с.
4. Согласование волновода с нагрузкой. Федорова Л.А., Мишура Т.П. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ЛИАП, Л., 1991г. -30с.
5. Исследование четырех плечных волноводных элементов антенных переключателей. Федорова Л.А., Данилов Ю.Н. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ГААП, С.-Пб., 1994г. -24с.
6. Исследование фазированной антенной решетки. Мельникова А.Ю., Федорова Л.А. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ГУАП, С.-Пб., 2008г. -41с.
7. Исследование плоской двухзаходной спиральной антенны. Федорова Л.А., Французов А.Д. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ГУАП, С.-Пб., 2002г. -22с.
8. Исследование антенны с регулируемой поляризацией. Федорова Л.А., Данилов Ю.Н. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ГААП, С.-Пб., 1997г. -17с.
9. Исследование волноводно-щелевых антенн. Никитин Б.Т., Мишура Т.П., Красюк В.Н. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ГУАП, С.-Пб., 1999г. -33с.
10. Исследование спиральных антенн. Федорова Л.А. Метод. указ. к выполнению лаб. раб. ГУАП, С.-Пб., 2002г. -22с.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Введение.

2. Структурная схема радиотехнической системы.

3. Принципиальная схема антенно-фидерной системы.

4. Расчет геометрических и электрических параметров заданного устройства и допуски на изготовление.

5. Расчет элементов фидерного тракта.

6. Разработать конструкцию антенного устройства и привести ее описание.

7. Чертеж общего вида антенного устройства с габаритными размерами.

7 Список использованной литературы.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Пояснительная записка должна быть выполнена на листах формата 210x297 мм черной шариковой ручкой или распечатана на компьютере. Используемые расчетные формулы приводить со ссылкой на литературу в буквенном обозначении с кратким пояснением их значений, а затем представить с подставленными числовыми значениями. Расчеты теоретических зависимостей приводить в таблицах, а затем в графическом виде. Рисунок или несколько рисунков приводить на отдельных страницах с соответствующей нумерацией по тексту пояснительной записки

**Перечень методических разработок по проведению курсового проекта**

1. Федорова Л.А., Гладкий Н.А., Аюков Б.А. Расчет и проектирование авиационных антенн сверхвысоких частот. Учебное пособие. ГУАП.С-Пб., 2019г, 145 с. (имеется в библиотеке и на кафедре в электронном виде).

2. Федорова Л.А., Крячко А.Ф., Гладкий Н.А. Высокочастотные антенные переключатели радиолокационных станций. Учебное пособие. ГУАП.С-Пб., 2019г, 55 с. (имеется в библиотеке и на кафедре в электронном виде).

3. Федорова Л.А. Устройства сверхвысоких частот и антенны. Метод. указания к курсовому проектированию. ГУАП, С.-Пб., 2004г.-35с. (имеется на кафедре в электронном виде).

4. Федорова Л.А., Мельникова А.Ю. Расчет и проектирование линзовых антенн. Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию. ГУАП, С.-Пб., 2002г.-33с.

5. Белоцерковский Г.Б., Красюк В.Н. Задачи и расчеты по курсу «Антенны и устройства СВЧ». Учебное пособие. ГУАП, С.-Пб., 2002г. -177 с. 50 экз.

6. Никитин Б.Т., Храмченко Г.Н. Проектирование на ЭВМ плоских антенных решеток овальной формы. Метод. указания для ДП и КП. ГААП, С.-Пб., 1995г.-19с.

7. Никитин Б.Т., Храмченко Г.Н. Волноводно-щелевые антенны. Проектирование и расчет. Учебное пособие. ГААП, С.-Пб., 1992г. -132с.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы



В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой