

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)  
 «06» 06 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)  
 доц. канд.  
 (должность, уч. степень, звание)  
 (подпись, дата)  
 П.Ф. Семенов  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21  
 «06» 06 2024 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 21  
 д.т.н., проф.  
 (уч. степень, звание)  
 (подпись, дата)  
 А.Ф. Крячко  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по металлической работе  
 доц., к.т.н., доц.  
 (должность, уч. степень, звание)  
 (подпись, дата)  
 Н.В. Марковская  
 (инициалы, фамилия)

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	2024

## 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 8 зачетных единиц, 288 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 базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Физика (ОК-5) – в разделах «Электричество и магнетизм», «Теория электромагнитного поля»;
- Высшая математика (ОК-1)- 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» (ПК-19,ПК-20) – в разделах «Длинные линии», «Колебательные контуры», «Фильтры»;
- «Электродинамика и РРВ» (ПК-29,ПК-32)

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>	8/ 288	2/ 72	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>	240	47	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

**[Трудоемкость, распределенная на часы практической подготовки не должна превышать общую трудоемкость по виду учебной работы].**

### 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)
--------------------------	--------------	---------------	----------	----------	-----------

Семестр 6					
Раздел 1.					
Тема 1.1.					
.....					
Тема 1.n.					
Раздел 2.					
Раздел 3.					
Раздел 4.					
Раздел 5.					
Итого в семестре:	8		8		47
Семестр 7					
Выполнение курсового проекта				0	
Итого в семестре:	6	2	6		193
Итого	14	2	14	0	240

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
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	0,5				5
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				5

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		5
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		2		5
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				7
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				5
Раздел 7. Линзовые антенны Тема 7.1. Ускоряющие металлические линзы Тема 7.2. Диэлектрические линзовые антенны	1		2		5
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 параболического. Тема 8.3. Двухзеркальные антенны	1				5
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		5
Итого в семестре б:	8		8		47
<b>Семестр 7</b>					

<p>Раздел 1. 1. Направленные свойства линейной системы излучателей</p> <p>Тема 1.1. Поле излучения линейной системы идентичных излучателей. Теорема перемножения.</p> <p>Тема 1.2. Функция направленности непрерывной линейной системы ненаправленных излучателей</p> <p>Тема 1.3. Принцип качания луча в неподвижной антенной решетке ненаправленных излучателей</p> <p>Тема 1.4. Влияние расстояния между излучателями на ДН линейной системы идентичных излучателей</p> <p>Тема 1.5. Направленные свойства синфазной антенной решетки ненаправленных излучателей</p> <p>Тема 1.6. Направленные свойства антенной решетки с осевым излучением.</p>	0,4	2			11
<p>Раздел 2. Плоскостные антенные решетки</p> <p>Тема 2.1. Поле излучения плоской двумерной антенной решетки</p> <p>Тема 2.2. Поле излучения трёхмерной плоскостной антенной решетки</p> <p>Тема 2.3. Многовибраторные синфазные антенны</p> <p>Тема 2.4. Структура плоских антенных решёток и способы размещения излучателей</p>	0,4				11
<p>Раздел 3. Антенные решётки с фазовым сканированием</p> <p>Тема 3.1. Схемы фидерного питания ФАР</p> <p>Тема 3.2. ФАР проходного типа</p> <p>Тема 3.3 ФАР отражательного типа</p>	0,4				11
<p>Раздел 4. Волноводно-щелевые антенные решетки</p> <p>Тема 4.1. Виды волноводно-щелевых решеток</p> <p>Тема 4.2 Волноводно-щелевые антенны с механическим изменением фазы</p> <p>Тема 4.3. Антенные решетки с частотным сканированием</p>	0,4	2			11
<p>Раздел 5. Многолучевые антенные решетки</p> <p>Тема 5.1. Диаграммообразующая схема Бласса</p> <p>Тема 5.2. Диаграммообразующая схема Батлера</p>	0,4				11
<p>Раздел 6. Антенные решётки с нелинейной обработкой сигнала</p> <p>Тема 6.1. Корреляционные антенные решетки</p> <p>Тема 6.2. Антенные решетки с логическим синтезом</p>	0,5				11

Раздел 7. Кольцевые и цилиндрические ФАР Тема 7.1. Амплитудно-фазовое распределение в кольцевой ФАР Тема 7.2. Цилиндрические ФАР	0,5		2		11
Раздел 8. Вибраторные излучатели Тема 8.1. Конструкции вибраторных излучателей Тема 8.2. Микрополосковый излучатель Тема 8.3. Микрополосковая антенная решетка Франклина Тема 8.4. МПА с осевым излучением	0,5				11
Раздел 9. Рупорные антенны Тема 9.1. Рупора на основе прямоугольного волновода Тема 9.2. Конический рупор	0,5				11
Раздел 10. Спиральные антенны Тема 10.1. Цилиндрическая спираль Тема 10.2. Спираль Архимеда Тема 10.3. Логарифмическая спираль	0,5				11
Раздел 11. Элементы тракта питания ФАР Тема 11.1. Диодный двухканальный переключатель на волноводных тройниках Тема 11.2. Волноводные направленные ответвители Тема 11.3. Фазовращатели	0,5				11
Раздел 12. Ферритовые устройства Тема 12.1. Основные свойства ферритов в поле СВЧ с круговой поляризацией Тема 12.2. Невзаимные фазовращатели с поперечным полем подмагничивания феррита Тема 12.3. Ферритовые вентили с поперечным полем подмагничивания Тема 12.4. Ферритовый Y-циркулятор Тема 12.5. Проходной ферритовый фазовращатель на прямоугольном и круглом волноводах	0,5				11
Раздел 13. Оконечные нагрузки трактов Тема 13.1. Согласованные нагрузки Тема 13.2. Реактивные нагрузки	0,5				11
Выполнение курсового проекта				0	45
Практические занятия		2			5
Итого в семестре 7:	6	2	6	0	193
Итого	14	2	14	0	240

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>	
<p>Раздел 1. Принципы функционирования устройств СВЧ и антенн</p>	<p>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</p>
<p>Раздел 2. Симметричный вибратор в свободном пространстве</p>	<p>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</p>
<p>Раздел 3. Направленные свойства системы излучателей</p>	<p>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 2.4. Комплексные входные сопротивления системы вибраторов</p>
<p>Раздел 4. Щелевые излучатели</p>	<p>Тема 4.1. Принцип двойственности и его применимость в теории щелевых антенн. Тема 4.2. Щели в волноводе и щелевые антенны</p>
<p>Раздел 5. Основы теории апертурных антенн</p>	<p>Тема 5.1. Поле излучения плоской апертуры произвольной формы. Тема 5.2. Влияние амплитудного и фазового распределения на диаграмму направленности.</p>
<p>Раздел 6. Волноводные излучатели и рупорные антенны</p>	<p>Тема 6.1 Излучение из открытого конца прямоугольного и круглого волновода. Тема 6.2. Основные типы электромагнитных рупоров</p>
<p>Раздел 7. Линзовые антенны</p>	<p>Тема 7.1. Ускоряющие металлические линзы Тема 7.2. Диэлектрические линзовые антенны</p>
<p>Раздел 8. Зеркальные антенны</p>	<p>Тема 8.1. Определение поля в раскрыве и поля излучения параболического зеркала. Тема 8.2. Коэффициент усиления (КУ) и оптимальный угол раскрыва параболического зеркала. Тема 8.3. Двухзеркальные антенны</p>
<p>Раздел 9. Элементы фидерного тракта</p>	<p>Тема 9.1. Т-образные делители мощности (тройники). Тема 9.2. Волноводные мосты. Тема 9.3. Антенный переключатель на щелевых мостах</p>

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	<b>Семестр 7</b>
Раздел 1. Направленные свойства линейной системы излучателей	Тема 1.1. Поле излучения линейной системы идентичных излучателей. Теорема перемножения. Тема 1.2. Функция направленности непрерывной линейной системы ненаправленных излучателей Тема 1.3. Принцип качания луча в неподвижной антенной решетке ненаправленных излучателей Тема 1.4. Влияние расстояния между излучателями на ДН линейной системы излучателей Тема 1.5. Направленные свойства синфазной антенной решетки ненаправленных излучателей Тема 1.6. Направленные свойства антенной решетки с осевым излучением
Раздел 2. Плоскостные антенные решетки	Тема 2.1. Поле излучения плоской двумерной антенной решётки Тема 2.2. Поле излучения трёхмерной плоскостной антенной решетки Тема 2.3. Многовибраторные синфазные антенны Тема 2.4. Структура плоских антенных решёток и способы размещения излучателей
Раздел 3. Антенные решётки с фазовым сканированием	Тема 3.1. Схемы фидерного питания ФАР Тема 3.2. ФАР проходного типа Тема 3.3 ФАР отражательного типа
Раздел 4. Волноводно-щелевые антенные решетки	Тема 4.1. Виды волноводно-щелевых решеток Тема 4.2 Волноводно-щелевые антенны с механическим изменением фазы Тема 4.3. Антенные решетки с частотным сканированием
Раздел 5. Многочувствительные антенные решетки	Тема 5.1. Диаграммообразующая схема Бласса Тема 5.2. Диаграммообразующая схема Батлера
Раздел 6. Антенные решётки с нелинейной обработкой сигнала	Тема 6.1. Корреляционные антенные решетки Тема 6.2. Антенные решетки с логическим синтезом
Раздел 7. Кольцевые и цилиндрические ФАР	Тема 7.1. Амплитудно-фазовое распределение в кольцевой ФАР Тема 7.2. Цилиндрические ФАР
Раздел 8. Вибраторные излучатели	Тема 8.1. Конструкции вибраторных излучателей Тема 8.2. Микрополосковый излучатель Тема 8.3. Микрополосковая антенная решетка Франклина Тема 8.4. МПА с осевым излучением
Раздел 9. Рупорные антенны	Тема 9.1. Рупора на основе прямоугольного волновода Тема 9.2. Конический рупор
Раздел 10. Спиральные антенны	Тема 10.1. Цилиндрическая спираль Тема 10.2. Спираль Архимеда

	Тема.10.3. Логарифмическая спираль
Раздел 11. Элементы тракта питания ФАР	Тема 11.1. Диодный двухканальный переключатель на волноводных тройниках Тема 11.2. Волноводные направленные ответвители Тема 11.3. Фазовращатели
Раздел 12. Ферритовые устройства	Тема 12.1. Основные свойства ферритов в поле СВЧ с круговой поляризацией Тема 12.2. Невзаимные фазовращатели с поперечным полем подмагничивания феррита Тема 12.3. Ферритовые вентили с поперечным полем подмагничивания Тема 12.4. Ферритовый Y-циркулятор Тема 12.5. Прямой ферритовый фазовращатель на прямоугольном и круглом волноводах
Раздел 13. Оконечные нагрузки трактов	Тема 13.1. Согласованные нагрузки Тема 13.2. 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.	Расчет ДН антенны типа «волновой канал»	Решение задач	2	5	1,2,4
2.	Расчет ДН антенны бегущей волны с поперечными щелями на широкой стенке волновода				
Всего			2		

#### 4.4. Лабораторные занятия

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	2	3
2.	Исследование рупорных антенн с	2	2	6,7

	корректирующими линзами.			
3.	Исследование зеркальных антенн	2	2	8
4.	Исследование четырех плечных волноводных элементов антенных переключателей	2	2	9
	Итого за семестр 6	8	8	
Семестр 7				
1	Исследование цилиндрической спиральной антенны	2	2	10
2.	Исследование волноводно-щелевых антенн	2	2	4
3.	Исследование фазированной антенной решетки	2	2	3
	Итого за семестр 7	6	6	
	Итого	14	14	

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

Цель курсового проекта:

Освоить методы расчета апертурных антенн и устройств СВЧ тракта.

Тематика курсового проектирования связана с расчетом геометрических и электрических характеристик антенны СВЧ и фидерного тракта до места подключения передатчика и приемника; с разработкой методов и схем измерения, настройки и контроля выходных параметров излучающих систем и питающих трактов с разработкой требований к регламентным работам.

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

Название разделов курсового проекта и их содержание

№ п.п	Разделы КП	Содержание разделов
	Технические условия	Тип антенной системы, рабочая длина волны, ширина диаграммы направленности в главных плоскостях, уровень бокового лепестка, поляризация, Мощность излучения или дальность действия, обзор пространства по азимуту и углу места
1.	Введение	Назначение и место антенного устройства в радиотехнической системе(РТС).
2.	Выбор типа линии передачи	Описать типы линий передачи, работающие на заданной длине волны и обоснованно выбрать тип линии, обеспечивающей выполнение ТЗ.
3	Структурная и принципиальная схемы антенно-фидерного тракта РТС.	Разработать схемы, обосновать необходимость используемых элементов тракта, привести описание работы схем в режиме передачи и приема.
4.	Расчет геометрических размеров	Привести схему антенного устройства с

	облучателя и антенны (зеркала, линзы, решетки и т.д.)	изображением геометрических параметров и принцип работы. Привести формулы для расчета геометрических параметров и рассчитать необходимые параметры.
5.	Расчет диаграммы направленности облучателя в главных плоскостях	Привести формулы для расчета и рассчитать необходимые параметры с использованием ЭВМ.
6.	Расчет поля в раскрыве антенного устройства	Привести формулы для расчета и рассчитать истинное поле в раскрыве антенны и теоретические аппроксимирующие поле функции с использованием ЭВМ. Результаты расчетов представить в виде таблиц и рисунков
7.	Расчет диаграммы направленности(ДН) антенного устройства в главных плоскостях и коэффициента усиления (КУ).	Привести формулы для расчета и рассчитать ДН и КУ антенны с использованием ЭВМ. Результаты расчетов представить в виде таблиц и графиков.
8.	Расчет допусков на изготовление антенного устройства и установку облучателя	Привести формулы для расчета и рассчитать допуски на изготовление зеркала или линзы, а также установку облучателя.
9.	Расчет элементов фидерного тракта	Принцип работы и расчет вращающихся сочленений, СВЧ мостов, антенных переключателей, дуплексеров, согласующих устройств, поляризаторов и др.
10.	Разработать конструкцию антенного устройства	Описание конструкции и общий вид антенного устройства в 2-х или 3-х проекциях – чертеж.
11.	Разработать регламентные работы при эксплуатации антенны .	Перечень необходимых регламентных работ. Описание схем и аппаратуры необходимой при измерениях основных характеристик антенно-фидерной системы.
12.	Спецификация к чертежу	
13.	Заключение	
14.	Список литературы	

### **Перечень методических материалов для выполнения 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.

2. Крячко А.Ф., Федорова Л.А. Основы теории и техники фазированных антенных решеток. Учебное пособие. ГУАП.С-ПБ., 2017г. 197 с.

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

4. Федорова Л.А., Крячко А.Ф., Гладкий Н.А. Высокочастотные антенные переключатели радиолокационных станций Учебное пособие. ГУАП.С-ПБ., 2019г, 55 с.

Все методически материалы имеются на кафедре и в библиотеке ГУАП в электронном виде.

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)		22	108
Курсовое проектирование (КП, КР)			45
Расчетно-графические задания (РГЗ)		10	20
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		10	10
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		5	10
Всего:	240	47	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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
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
УДК 629.735.06 (075) ББК 39.67 .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. Разраб.. 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 сверхвысоких частот. Федорова Л.А., Данилов Ю.Н. Программы, контрольные вопросы и методические указания к выполнению контрольных работ .ГУАП., С.-Пб., 2005г. 22с.	100
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
УДК 621.396.67(075) ББК 32.845 К 78	Крячко А.Ф., Федорова Л.А. Антенны и устройства сверхвысоких частот.Учебное пособие. ГУАП.С-ПБ., 2017г. 238 с.	50
УДК 621.396.67(075) ББК 32.845 К 78	Крячко А.Ф., Федорова Л.А. Основы теории и техники фазированных антенных решеток. Учебное пособие. ГУАП.С-ПБ., 2017г .197 с.	50
УДК 621.396.67:620.7(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, 145 с.	50
УДК 621.396.67(075) ББК 32.845я73 Ф33	Федорова Л.А., Крячко А.Ф., Гладкий Н.А., Высокочастотные антенные	50

	переключатели радиолокационных станций Учебное пособие. ГУАП.С-ПБ., 2019г, 55 с.	
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

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;121DBN=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;121DBN=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 /



## 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; Экзаменационные билеты; 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> <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 <b>Семестр 6</b>	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. ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-5.У.1
2.	Распределение тока и зарядов в проводах симметричного вибратора.	
3.	Поле излучения симметричного вибратора.	

4.	Амплитудная функция направленности вибратора в диапазоне частот.	
5.	Мощность излучения, сопротивление излучения, КНД и КПД симметричного вибратора.	
6.	Входное сопротивление вибратора и широкополосные вибраторы	
7.	Симметрирующие устройства для питания проволочных антенн коаксиальными линиями передачи.	
8.	Поле излучения линейной системы эквидистантных идентичных излучателей. Теорема перемножения.	
9.	Принцип качания луча в неподвижной линейной системе излучателей.	
10.	Направленные свойства линейной синфазной системы излучателей.	
11.	Направленные свойства линейной системы с осевым излучением.	
12.	Диаграммы направленности антенны «волновой канал» в Е и Н-плоскостях	
13.	Функция направленности плоскостной антенной решетки.	
14.	Взаимное влияние вибраторов, работающих в системе. Входное сопротивление, собственное, взаимное	
15.	Симметричный горизонтальный вибратор над поверхностью Земли.	
16.	Симметричный вертикальный вибратор над поверхностью Земли.	
17.	Несимметричный вертикальный вибратор над поверхностью Земли. Г- и Т- образные антенны. Противовесы и заземления, их конструкция и назначение	
18.	Принцип двойственности и его применение для определения характеристик излучения щели в плоском безграничном экране.	
19.	Излучающие щели в волноводе. Виды волноводно-щелевых антенн.	
20.	Методы расчета поля излучения апертурных антенн. Внутренняя и внешняя задачи. Принцип эквивалентных токов. Поле излучения площадки произвольной формы.	
21.	Поле излучения синфазной прямоугольной площадки с постоянным и косинусоидальным законами распределения амплитуды поля.	
22.	Влияние различных законов распределения фазы по раскрытию антенны на диаграмму направленности.	
23.	Е - плоскостной секториальный рупор. Геометрические параметры. Оптимальный рупор. Поле в раскрытии и поле излучения	
24.	Н - плоскостной секториальный рупор. Геометрические параметры. Оптимальный рупор. Поле в раскрытии и поле излучения	
25.	Диэлектрическая линзовая антенна. Геометрические параметры. Принцип работы. Уравнение профиля. Поле в раскрытии и поле излучения.	
26.	Металлопластинчатая линзовая антенна. Геометрические параметры. Принцип работы. Уравнение профиля. Поле в	

	раскрыве и поле излучения.	
27.	Зонирование линзовых антенн. Уравнения профилей зонированных линзовых антенн. Преимущества и недостатки зонирования.	
28.	Параболические зеркальные антенны. Уравнение профиля параболоида в полярной и декартовой системах координат. Поле в раскрыве. КУ, КНД, КИП, КПД. Оптимальный угол раскрыва.	
29.	Методы устранения реакции зеркала на облучатель. Зеркало с поворотом плоскости поляризации.	
30.	Способы формирования диаграммы направленности вида «косеканс».	
31.	Сферическая антенна с широким углом качания луча. Принцип работы. Геометрические параметры.	
32.	Двух зеркальная антенна Кассегрена. Принцип работы. Геометрические параметры.	
33.	Двух зеркальная антенна Грегори. Принцип работы. Геометрические параметры.	
34.	Двух зеркальная антенна с плоским зеркалом за облучателем. Принцип работы антенны и зеркала с поворотом плоскости поляризации	
35.	Характеристики и режимы волн в линиях передачи. Напряжение суммарной волны. Входное сопротивление. Коэффициенты бегущей и стоячей волны. Условие существования в линии бегущей волны.	
36.	Линия короткозамкнутая на конце. Распределение суммарной волны тока и напряжения. Входное сопротивление. Примеры использования в технике антенн	
37.	Разомкнутая на конце линия. Распределение суммарной волны тока и напряжения. Входное сопротивление. Примеры использования в антенной технике.	
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.	
39.	Двойной волноводный тройник. Конструкция, принцип работы и свойства.	
40.	Антенный переключатель импульсной РЛС на двойных тройниках	
41.	Дуплексер на двойных Т-мостах при работе РЛС на одну антенну в непрерывном режиме.	
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).	
43.	Антенный переключатель прием-передача импульсной РЛС на кольцевых мостах.	
44.	Щелевой волноводный мост. Конструкция. Геометрические параметры. Принцип работы. Векторные диаграммы сигналов на выходах моста.	
45.	Антенный переключатель прием-передача импульсной РЛС на щелевых мостах	

46.	Дуплексер на щелевых мостах при работе РЛС на одну антенну в непрерывном режиме.	
47.	Направленный волноводный ответвитель с двумя отверстиями связи на узкой стенке. Конструкция, геометрические и электрические параметры, принцип работы. Примеры применения НО.	
48.	НО с тремя отверстиями связи на узкой стенке. Конструкция, геометрические и электрические параметры, принцип работы. Широкополосные свойства.	

№ 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. ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-5.У.1
2.	Множитель решетки равно амплитудных эквидистантных излучателей с прогрессивным питанием по фазе.	
3.	Функция направленности непрерывной линейной системы излучателей.	
4.	Принцип качания луча в фазированной антенной решетке изотропных излучателей	
5.	Влияние расстояния между излучателями на диаграмму направленности антенной решетки.	
6.	Направленные свойства антенной решетки синфазных ненаправленных излучателей	
7.	Направленные свойства антенной решетки ненаправленных излучателей с осевым излучением. Антенна «волновой канал».	
8.	Антенная решетка из двух синфазных ненаправленных излучателей. Диаграммы направленности при различных расстояниях между излучателями.	
9.	Антенная решетка из двух противофазных ненаправленных излучателей. Диаграммы направленности при различных расстояниях между излучателями	
10.	Диаграммы направленности антенной решетки из двух ненаправленных излучателей при расстояниях между ними $\lambda/4$ и сдвиге по фазе между токами $\pi/2$ .	
11.	Влияние экрана на излучение вибратора. Метод зеркальных изображений.	
12.	Функция направленности плоскостной двухмерной и трехмерной антенной решетки.	
13.	Структура плоских антенных решеток и способы размещения излучателей	
14.	Схемы фидерного питания антенной решетки с фазовым сканированием луча.	
15.	Фазированная антенная решетка проходного типа с пространственным питанием. Амплитуда и фаза поля на излучающем раскрыве.	
16.	Фазированная антенная решетка отражательного типа с	

	пространственным питанием. Амплитуда и фаза поля на излучающем раскрыве.	
17.	Волноводно-щелевые антенные решетки со сканированием луча. Примеры конструктивного выполнения АР с широким сектором сканирования.	
18.	Многолучевая антенная решетка последовательного питания с диаграммообразующей схемой Бласса.	
19.	Многолучевая антенная решетка параллельного питания с диаграммообразующей схемой Батлера.	
20.	Антенные решетки с обработкой сигнала (корреляционные АР и АР с логическим синтезом).	
21.	Кольцевая фазированная антенная решетка. Принцип работы и поле излучения АР.	
22.	Конструкции вибраторных антенн, используемых в ФАР.	
23.	Синфазно-горизонтальная вибраторная антенная решетка и микрополосковая антенна Франклина. Конструкция, принцип работы.	
24.	Волноводно-щелевые излучатели и антенные решетки на их основе	
25.	Волноводные и рупорные излучатели в АР на их основе.	
26.	Диэлектрические стержневые излучатели и АР на их основе	
27.	Цилиндрическая спиральная антенна и АР на ее основе.	
28.	Принцип работы и геометрические параметры спирали Архимеда	
29.	Принцип работы и геометрические параметры равноугольной плоской спирали	
30.	Микрополосковый излучатель. Конструкция, распределение токов и полей, излучаемая поляризация.	
31.	Принцип работы и конструкции механических фазовращателей на отрезках линий передачи.	
32.	Механический фазовращатель на двойном волноводном тройнике.	
33.	Механический фазовращатель на волноводном щелевом мосте.	
34.	Коммутационный фазовращатель отражательного типа на отрезках линий передачи.	
35.	Проходной коммутационный фазовращатель на двойном волноводном тройнике.	
36.	Проходной коммутационный фазовращатель на волноводном щелевом мосте.	
37.	Проходной коммутационный фазовращатель на переключаемых отрезках линий передачи.	
38.	Схемы коммутационных фазовращателей на отрезках линий передачи, обеспечивающие дискретное изменение фазы в излучателях АР.	
39.	Конструкции АР с последовательным распределением мощности и коммутационными фазовращателями на щелевых мостах	
40.	Конструкции АР с последовательным распределением мощности и коммутационными фазовращателями на щелевых мостах	
41.	Регулируемый делитель мощности на двойных волноводных тройниках.	
42.	. Регулируемый делитель мощности на щелевых волноводных мостах.	

43.	. Намагниченный феррит в поле СВЧ.	
44.	Ферритовый фазовращатель на прямоугольном волноводе Реджира Спенсера.	
45.	Ферритовый фазовращатель на круглом волноводе с волной $H_{11}$ .	
46.	Ферритовый фазовращатель на прямоугольном волноводе с поперечно-намагниченной пластиной.	
47.	Ферритовый У-циркулятор и его применение	
48.	Двухканальный ферритовый переключатель	

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. Семестр 6	Код индикатора
1.	Какие функции выполняет передающая антенна, если она подключена к радиопередатчику через фидерный тракт?	ОПК- 1.3.1 ОПК-1-У-1 ОПК-1-В-1 ОПК-6-У-1
2.	Сформулируйте назначение приемной антенны?	
3.	Какой диапазон длин волн относится к СВЧ диапазону?	
4.	Что называется амплитудной функцией направленности антенны?	
5.	Что называется поляризационной характеристикой антенны?	
6.	Как определяют ширину диаграммы направленности антенны?	
7.	При каких условиях в линии передачи существует режим бегущей волны?	
8.	При каких условиях в линии передачи существует режим стоячих волн?	
9.	Как связан коэффициент отражения от нагрузки с сопротивлением нагрузки в линии передачи?	
10.	Что собой представляет симметричный вибратор?	
11.	Каким выражением описывается функция направленности симметричного вибратора в дальней зоне?	
12.	Какой вид имеет амплитудная функция направленности полуволнового симметричного вибратора в Е и Н - плоскостях?	
13.	Как изменится диаграмма направленности симметричного полуволнового вибратора в Е плоскости, если увеличить его длину до $2l = 1,5\lambda$ ?	
14.	Чему равно активное входное сопротивление полуволнового и волнового вибраторов малой толщины?	



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

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

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

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

30	Каковы причины необходимости внутреннего согласования волноводного E-тройника?	
31	Как выглядит конструкция двухканального делителя мощности с использованием волноводного тройника?	
32	Как выглядит конструкция фазовращателя с использованием двойного волноводного тройника?	
33.	Как выглядит конструкция фазовращателя с использованием щелевого волноводного моста?	
34.	Как выглядит конструкция регулируемого делителя мощности с использованием щелевого волноводного моста?	
35.	Как выглядит конструкция волноводного направленного ответвителя?	

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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  
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

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

*Если методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)* **(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)**

11.3.

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

*Обязательно для заполнения преподавателем*

*Если методические указания по участию в семинарах имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)* **(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)**

11.5.

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 обучающимся 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

*Если методические указания по прохождению практических занятий имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

1. Ознакомиться с принципом работы предлагаемых для расчета линейных антенных решеток.
2. Проработать самостоятельно теоретический материал, поддерживающий тематику практических занятий.
3. Рассчитать и построить необходимые теоретические зависимости по заданию преподавателя.

#### **Перечень методических материалов для подготовки к практическим занятиям:**

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.
2. Крячко А.Ф., Федорова Л.А. Основы теории и техники фазированных антенных решеток. Учебное пособие. ГУАП.С-ПБ., 2017г. 197 с.
3. Крячко А.Ф., Федорова Л.А. Антенны и устройства сверхвысоких частот. Учебное пособие. ГУАП.С-ПБ., 2017г. 238 с.

Все методически материалы имеются на кафедре и в библиотеке ГУАП в электронном виде.

#### 11.6. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

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.

11.7. 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:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;

- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;

- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;

- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;

- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;

- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;

- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;

- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;

- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;

- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

- 1. 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.
- 8. Заключение



### 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.

11.8. 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).

*Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

11.9. 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.

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться при проведении промежуточной аттестации.*

11.10. 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».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– 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».

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.*

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