

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

---

Кафедра №21

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель направления  
д.т.н., проф.  
(должность, уч. степень, звание)  
А.Ф. Крячко  
(подпись)  
« 4 » 05 2018 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Антенны и устройства сверхвысокой частоты»  
(Название дисциплины)

Код направления	25.05.03
Наименование направления/ специальности	Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования
Наименование направленности	Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов
Форма обучения	заочная

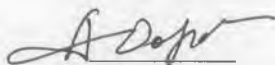
Санкт-Петербург 2018 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц. К.Г.П. Сил.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

А.А. Федотова

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«29» 05 2018 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н., проф.

«29» 052018 г

А.Ф. Крячко

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 25.05.03(01)

старш. преп.

должность, уч. степень, звание

Н.А. Гладкий

подпись, дата



инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.



О.Л. Балышева

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Антенны и устройства сверхвысокой частоты» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности «25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» направленность «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов». Дисциплина реализуется кафедрой №21.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессиональных компетенций:

ПК-2 «готовность к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования».

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, направленных ответвителях, вращающихся сочленениях, антенных переключателях и др.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, 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 6 зачетных единиц, 216 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. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК-2 «готовность к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования»:

знать:

- физическую сущность явлений, процессов и эффектов, лежащих в основе функционировании антенн и устройств СВЧ;
- основные законы теории электромагнитного поля;
- физическое содержание электрических характеристик передающих и приемных антенн, линий передачи и устройств СВЧ;
- структуру электромагнитного поля над идеально проводящей поверхностью;
- особенности распространения волн различных диапазонов;
- характеристики передающих и приемных антенн и устройств СВЧ;
- соотношения между геометрическими и электрическими характеристиками антенн;
- методы расчета основных характеристик антенн и устройств СВЧ как объектов эксплуатации,
- методы оценки влияния эксплуатационных факторов на надежность и электрические характеристики антенн и устройства СВЧ;
- принципы и методы согласования антенн с фидерным трактом;
- методы и средства измерения радиотехнических характеристик антенн и устройств СВЧ;
- методы выполнения форм технического обслуживания, поиска и устранения отказов в объекте эксплуатации;
- правила составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, подготовки публикаций результатов исследований и разработок в виде презентаций, статей и докладов.

уметь:

- учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности ;

–осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем ;

–реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов ;

- собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии;

- обоснованно выбирать и выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств СВЧ радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

- рассчитывать геометрические и электрические параметры бортовых и наземных антенн;

-проводить экспериментальные измерения характеристик излучения антенн и параметров устройств СВЧ;

-выбрать и рассчитать место включения согласующих элементов в фидерном тракте;

- оценить техническое состояние антенны и фидерного тракта по данным устройств регистрации контроля;

- эффективно использовать методы и средства контроля и диагностирования технического состояния антенн и устройств СВЧ для определения их работоспособности и готовности к эксплуатации;

- обрабатывать экспериментальные и расчетные данные;

- анализировать причины отказов и неисправностей, брака и ошибок в работе инженерных служб.

владеть навыками:

- правилами построения и чтения схем СВЧ фидерного тракта передающих и приемных антенн;

- методами расчета и измерения технических характеристик и параметров антенн и устройств СВЧ;

- методами выбора измерительных приборов и работы с ними при определении характеристик антенн и устройств СВЧ;

- методами оценки функционального состояния антенно-фидерного тракта по данным систем регистрации и контроля;

- способами обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств;

-способами организации технического обслуживания и настройки радиотехнических устройств и систем.

иметь опыт деятельности:

- по расчету параметров проволочных и апертурных антенн и элементов тракта;

- по проверке работоспособности антенно-фидерных систем в период эксплуатации;

- по проведению экспериментальных измерений оптических, фотометрических и электрических величин и исследования различных объектов по заданной методике.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика (Б.1.Б.12) – в разделах «Электричество и магнетизм», «Теория электромагнитного поля»;

- Математика (Б.1.Б.11)- 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 (Б.1.Б.23) – в разделах «Длинные линии», «Колебательные контуры», «Фильтры»;

- Электродинамика и распространение радиоволн (Б.1.Б.26)

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

- Радиолокационные системы и комплексы (Б.1.Б.34),

- Прием и обработка сигналов (Б.1.Б.28),

- Основы теории и техники фазированных антенных решеток (Б.1.Б.46).

### 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№7	№8
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	6/ 216	5/ 180	1/ 36
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <i>В том числе</i>	28	20	8
лекции (Л), (час)	8	8	
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	12	4	8
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	*		*
Экзамен, (час)	9	9	
<i>Самостоятельная работа</i> , всего	179	151	28
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Зачет	Экз.	Зачет

\* - часы , не входящие в аудиторную нагрузку

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Принципы функционирования устройств СВЧ и	0,5				10

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	0,5	2			20
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	1		2		20
Раздел 4. Щелевые излучатели Тема 4.1. Принцип двойственности и его применимость в теории щелевых антенн. Тема 4.2. Щели в волноводе	1		2		20
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				20
Раздел 6. Волноводные излучатели и рупорные антенны Тема 6.1. Излучение из открытого	1				20

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	1		2		10
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	1	2			10
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		21
Итого в семестре:	8	4	8		151
Семестр 8					
Раздел 3. Направленные свойства системы излучателей		2			4
Раздел 4. Щелевые излучатели		2			4
Раздел 7. Линзовые антенны		2			4
Раздел 8. Зеркальные антенны		2			4
Выполнение курсового проекта					12
Итого в семестре:		8			28
Итого:	8	12	8		179

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

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	Принципы функционирования устройств СВЧ и антенн
Раздел 2.	Симметричный вибратор в свободном пространстве
Раздел 3.	Направленные свойства системы излучателей



Раздел 4.	Щелевые излучатели
Раздел 5.	Основы теории апертурных антенн
Раздел 6.	Волноводные излучатели и рупорные антенны
Раздел 7.	Линзовые антенны
Раздел 8.	Зеркальные антенны
Раздел 9.	Элементы фидерного тракта

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Расчет ДН симметричного вибратора в свободном пространстве	Решение задач	2	2
2	Расчет ДН симметричного вибратора над проводящей поверхностью	Решение задач	2	2
Семестр 8				
1	Расчет ДН антенны типа «волновой канал»	Решение задач	2	3
2	Расчет ДН волноводно-щелевых антенн различного типа	Решение задач	2	4
3	Расчет характеристик излучения апертурной антенны	Решение задач	4	7,8
Всего:			12	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7			
1	Исследование антенны типа «волновой канал»	2	3
2	Исследование рупорных антенн с корректирующими линзами	2	6,7

3	Исследование волноводно-щелевых антенн	2	4
4	Исследование четырех плечных волноводных элементов антенных переключателей	2	9
Всего:		8	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

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 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час	Семестр 8, час
1	2	3	4
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	179	151	28
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		110	
курсовое проектирование (КП, КР)			28
расчетно-графические задания (РГЗ)		20	
выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю (ТК)			
домашнее задание (ДЗ)			
контрольные работы заочников (КРЗ)		21	

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

#### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
ББК 32 848 А 72	Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М.,	30

УДК 621.396.67	Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны М: Радиотехника, 2006 г.- с.376	
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. 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 сверхвысоких частот. Федорова Л.А., Данилов Ю.Н.	100

	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

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
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,	20

	240 с.	
--	--------	--

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

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;1DBN=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;1DBN=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, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.  
Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Состав материально-технической базы 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	

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.
Зачет	Список вопросов; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ПК-2 «готовность к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования»	
3	Электроника
4	Радиотехнические цепи и сигналы
4	Электроника

4	Производственная практика
5	Радиотехнические цепи и сигналы
5	Механика
6	Электродинамика и распространение радиоволн
6	Производственная практика
7	Радиолокационные системы и комплексы
7	Антенны и устройства сверхвысокой частоты
8	Основы теории и техники фазированных антенных решеток
8	Производственная практика
8	Информационно-телеметрические системы
8	Средства регистрации параметров полета летательных аппаратов
8	Антенны и устройства сверхвысокой частоты
9	Конструирование, технология и эксплуатация радиоэлектронного оборудования аэропортов
9	Испытание и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники
10	Системы связи и телекоммуникаций
10	Производственная практика
10	Радионавигационные системы и комплексы
11	Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения
11	Системы связи и телекоммуникаций

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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>
$70 \leq K \leq 84$	«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>

$55 \leq K \leq 69$	«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>
$K \leq 54$	«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>

#### 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

##### 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1.	Характеристики антенн: амплитудная функция направленности, поляризационная характеристика и поляризационная диаграмма, КНД, КПД, КУ, КИП, действующая длина, мощность излучения, сопротивление излучения, входное сопротивление.
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 косинусоидальными 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 раскрытии 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 раскрытии. КУ, КНД, КИП, КПД. Оптимальный угол раскрытия.
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.

## 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета

## 3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ 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.	Двухзеркальная антенна Кассегрена

#### 4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1.	Какие функции выполняет передающая антенна, если она подключена к радиопередатчику через фидерный тракт?
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 Н <sub>10</sub> , 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°?
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?

#### 5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1.	Рассчитать и построить диаграммы направленности симметричного полуволнового вибратора (длина вибратора $2l=\lambda/2$ ) в Е- и Н- плоскостях. Представить объемную диаграмму направленности.
2.	Рассчитать и построить диаграмму направленности симметричных вибраторов длиной $2l=\lambda$ и $2l=1,5\lambda$ в Е – плоскости.
3.	Определить комплексное входное сопротивление симметричного вибратора длиной $2l=2$ м при длине волны $\lambda=10$ м, радиусе вибратора $r=4$ мм и сопротивлением потерь, отнесенном к клеммам вибратора, $R_{п.}=3$ Ом.
4.	Определить комплексное входное сопротивление симметричного вибратора длиной $2l=15$ м при длине волны $\lambda=15$ м, радиусе вибратора $r=10$ мм.
5.	Определить комплексное входное сопротивление вертикального заземленного вибратора высотой $h=30$ м при длине волны $\lambda=700$ м, радиусе вибратора $r=4$ мм. Сопротивление потерь в антенне, отнесенное к току у основания антенны, $R_{п.о} = 2$ Ом.
6.	Рассчитать диаграммы направленности в Е- и Н- плоскостях линейной системы излучателей, состоящей из четырех ( $n=4$ ) полуволновых вибраторов ( $2l=\lambda/2$ ), расположенных один над другим на расстоянии $d=\lambda/2$ и возбуждаемых

	синфазно ( $\psi=0$ ) токами равной амплитуды.
7.	Рассчитать диаграммы направленности в Е- и Н- плоскостях линейной системы излучателей, состоящей из двух параллельных симметричных вибраторов длиной $2l=\lambda/2$ , расположенных на расстоянии $d=\lambda/4$ друг от друга и питаемых токами одинаковой амплитуды, но со сдвигом по фазе $\psi=90^\circ$ .
8.	Рассчитать геометрические и электрические параметры линейной синфазной волноводно-щелевой антенны, у которой щели прорезаны на широкой стенке прямоугольного волновода со смещением относительно продольной оси в шахматном порядке.
9.	Рассчитать цилиндрическую спиральную антенну, работающую в режиме осевого излучения в диапазоне волн $\lambda=10-15$ см и имеющую угол наклона витков (угол намотки) $\alpha=140^\circ$ .
10	Определить геометрические размеры пирамидального рупора, используемого в качестве облучателя зеркальной параболической антенны. Рабочая длина волны $\lambda=5$ см, уровень поля на краю зеркала $\Delta=0,3$ , угол раскрытия параболоида $\psi_0=70^\circ$ .

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области современных антенн и устройств СВЧ; создание поддерживающей образовательной среды преподавания по направлению «25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» направленность «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов»; предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области экспериментального исследования и настройке антенн и устройств СВЧ, а также навыки по автоматизированному расчету 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.

### **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 обучающимся 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.

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

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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 обучающемуся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;

- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

### **Требования к проведению практических занятий**

Наличие оборудованной аудитории

### **Методические указания для обучающихся по прохождению 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 у 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., Т.П. Мишура, 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.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ 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 курсовой работы / проекта**

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

### **Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта**

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**  
**Методичка имеется на кафедре в электронном виде.**

1. Федорова Л.А. Устройства сверхвысоких частот и антенны. Метод. указания к курсовому проектированию. ГУАП, С.-Пб., 2004г.-35с. **Методичка имеется на кафедре в электронном виде.**
2. Федорова Л.А., Мельникова А.Ю. Расчет и проектирование линзовых антенн. Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию. ГУАП, С.-Пб., 2002г.-33с.
3. 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.
4. 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.
5. Никитин Б.Т., Храмченко Г.Н. Волноводно-щелевые антенны. Проектирование и расчет. Учебное пособие. ГААП, С.-Пб., 1992г. -132с.
5. Никитин Б.Т., Федорова Л.А., Храмченко Г.Н. Применение ЭВМ для расчета антенн. Метод. указания для ДП и КП. ЛИАП, Л., 1988г.-31с.
7. Никитин Б.Т., Красюк В.Н., Храмченко Г.Н., Шишова С.Ю. Автоматизированное проектирование зеркальных антенн с овальной апертурой. Метод. указания. ЛИАП, Л., 1989г.-21с.
8. Никитин Б.Т., Храмченко Г.Н. Расчет и проектирование облучателей зеркальных антенн. Метод. указания для ДП и КП. ЛИАП, Л., 1989г.-17с.
9. Никитин Б.Т., Храмченко Г.Н. Расчет и проектирование зеркальных антенн. Метод. указания для ДП и КП. ЛИАП, Л., 1989г.-14с
10. Астафьева Н.Г., Воробьев Е.А., Летошнев Т.М., Французов А.Д. Методическое пособие к КП по антенно-фидерным устройствам. ЛИАП. Л., 1989г. -67с.
11. Казанков В.И. Проектирование и расчет радиолокационных антенн. Учеб. пособие к КП и ДП. ЛИАП. Л., 1989г. -14с.

### **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).
- На кафедре изданы методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде и в электронном виде:

- 1.Федорова Л.А., Данилов Ю.Н. Антенны и устройства сверхвысоких частот. Программы, контрольные вопросы и методические указания к выполнению контрольных работ .ГУАП, С.Пб. 2005 г.,22 с.. 100 экз.

### **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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 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