

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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)

«08» 06 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Антенны и устройства сверхвысокой частоты»

(Название дисциплины)

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

Санкт-Петербург 2019 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

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



подпись, дата

Л.А.Федорова  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«23» 05 2019 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н., проф.  
должность, уч. степень, звание

«23» 05 2019 г

подпись, дата



А.Ф. Крячко  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 25.05.03(01)

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



подпись, дата

Н.А. Гладкий  
инициалы, фамилия

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

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



подпись, дата

О.Л. Бальшева  
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 «Антенны и устройства СВЧ» 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 функционирования 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:

- «Радиотехнические цепи и сигналы» – в разделах «Длинные линии», «Колебательные контуры», «Фильтры»;

-« Электродинамика и распространение радиоволн»

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

- « Радиолокационные системы и комплексы»,
- « Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения»,
- « Радионавигационные системы и комплексы».

### 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 |       |
|---|--------|---------------------------|-------|
|   |        | №6                        | №7    |
| 1   | 2      | 3                         | 4     |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>  | 6/ 216 | 4/ 144                    | 2/ 72 |
| <i>Аудиторные занятия</i> , всего час.,<br><b>В том числе</b>                               | 102    | 85                        | 17    |
| лекции (Л), (час)   | 34     | 34                        |       |
| Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  | 17     | 17                        |       |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   | 34     | 34                        |       |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  | 17     |                           | 17    |
| Экзамен, (час)  | 27     | 27                        |       |
| <b>Самостоятельная работа</b> , всего   | 87     | 32                        | 55    |
| <b>Вид промежуточного контроля:</b><br>зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.) | Экз.,  | Экз.                      |       |

### 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 6   |              |               |          |          |           |
| . Раздел 1. Принципы функционирования устройств СВЧ и антенн<br>Тема 1.1. Назначение и роль антенно-фидерных устройств в радиотехнических системах; | 3            | 6             |          |          | 3         |

|  |   |   |   |  |   |
|--|---|---|---|--|---|
| Тема 1.2.Классификация линий передачи;<br>Тема 1.3.Основные электрические характеристики линий передачи;<br>Тема 1.4.Режимы волн в линиях передачи;<br>Тема 1.5.Общие методы согласования с нагрузкой<br>.   |   |   |   |  |   |
| Раздел 2. . Симметричный вибратор в свободном пространстве<br>Тема 2.1. Распределение тока и заряда на тонком вибраторе<br>Тема 2.2. Поле излучения симметричного вибратора в дальней зоне<br>Тема 2.3.Характеристики излучения симметричного вибратора<br>Тема 2.4. Симметрирующие устройства   | 3 |   | 4 |  | 4 |
| Раздел 3. Направленные свойства системы излучателей<br>Тема 3.1. Поле излучения системы излучателей. Теорема перемножения.<br>Тема 3.2. Принцип качания луча в неподвижной линейной системе<br>Тема 3.3. Направленные свойства антенной решетки с осевым излучением (антенна «волновой канал»)<br>Тема 3.4. Комплексные входные сопротивления системы вибраторов | 6 | 2 | 8 |  | 3 |
| Раздел 4. Щелевые излучатели<br>Тема 4.1. Принцип двойственности и его применимость в теории щелевых антенн.<br>Тема 4.2. Щели в волноводе   | 4 |   | 4 |  | 3 |
| Раздел 5. Основы теории апертурных антенн<br>Тема 5.1. . Поле излучения плоской апертуры произвольной формы.<br>Тема 5.2. Влияние амплитудного и фазового распределения на диаграмму направленности.   | 4 |   |   |  | 4 |
| Раздел 6.Волноводные излучатели и рупорные антенны<br>Тема 6.1. Излучение из открытого конца прямоугольного и круглого волновода.<br>Тема 6.2. Основные типы электромагнитных рупоров  | 4 | 2 | 4 |  | 3 |

|  |    |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|----|
| Раздел 7. Линзовые антенны<br>Тема 7.1. Ускоряющие металлические линзы<br>Тема 7.2. Диэлектрические линзовые антенны   | 2  | 2  | 4  |    | 4  |
| Раздел 8. Зеркальные антенны<br>Тема 8.1. Определение поля в раскрыве и поля излучения параболоидного зеркала.<br>Тема 8.2. Коэффициент усиления (КУ) и оптимальный угол раскрыва параболоида.<br>Тема 8.3. Двухзеркальные антенны | 4  | 4  | 4  |    | 4  |
| Раздел 9. Элементы фидерного тракта<br>Тема 9.1. Т-образные делители мощности (тройники).<br>Тема 9.2. Волноводные мосты.<br>Тема 9.3. Антенный переключатель на щелевых мостах  | 4  | 3  | 6  |    | 4  |
| Итого в семестре:  | 34 | 17 | 34 |    | 32 |
| Семестр 7  |    |    |    |    |    |
|  |    |    |    |    |    |
| Выполнение курсового проекта   |    |    |    | 17 | 55 |
| Итого в семестре:  |    |    |    | 17 | 55 |
| Итого:   | 34 | 17 | 34 | 17 | 87 |

#### 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<br>Тема 1.1. Назначение и роль антенно-фидерных устройств в радиотехнических системах;<br>Тема 1.2. Классификация линий передачи;<br>Тема 1.3. Основные электрические характеристики линий передачи;<br>Тема 1.4. Режимы волн в линиях передачи;<br>Тема 1.5. Общие методы согласования с нагрузкой |
| Раздел 2.     | Симметричный вибратор в свободном пространстве<br>Тема 2.1. Распределение тока и заряда на тонком вибраторе<br>Тема 2.2. Поле излучения симметричного вибратора в дальней зоне<br>Тема 2.3. Характеристики излучения симметричного вибратора<br>Тема 2.4. Симметрирующие устройства  |
| Раздел 3.     | Направленные свойства системы излучателей<br>Тема 3.1. Поле излучения системы излучателей.<br>Теорема перемножения.<br>Тема 3.2. Принцип качания луча в неподвижной линейной системе   |



|           |  |
|-----------|--|
|           | Тема 3.3. Направленные свойства антенной решетки с осевым излучением (антенна «волновой канал»)<br>Тема 2.4. Комплексные входные сопротивления системы вибраторов  |
| Раздел 4. | Щелевые излучатели<br>Тема 4.1. Принцип двойственности и его применимость в теории щелевых антенн.<br>Тема 4.2. Щели в волноводе   |
| Раздел 5. | Основы теории апертурных антенн<br>Тема 5.1. Поле излучения плоской апертуры произвольной формы.<br>Тема 5.2. Влияние амплитудного и фазового распределения на диаграмму направленности.                                 |
| Раздел 6. | Волноводные излучатели и рупорные антенны<br>Тема 6.1 Излучение из открытого конца прямоугольного и круглого волновода.<br>Тема 6.2. Основные типы электромагнитных рупоров  |
| Раздел 7. | Линзовые антенны<br>Тема 7.1. Ускоряющие металлические линзы<br>Тема 7.2. Диэлектрические линзовые антенны   |
| Раздел 8. | Зеркальные антенны<br>Тема 8.1. Определение поля в раскрыве и поля излучения параболоидного зеркала.<br>Тема 8.2. Коэффициент усиления (КУ) и оптимальный угол раскрыва параболоида.<br>Тема 8.3. Двухзеркальные антенны |
| Раздел 9. | Элементы фидерного тракта<br>Тема 9.1. Т-образные делители мощности (тройники).<br>Тема 9.2. Волноводные мосты.<br>Тема 9.3. Антенный переключатель на щелевых мостах  |

### 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 6 |   |                            |                     |                      |
| 1         | Круговая диаграмма Вольперта-Смита и ее применение для расчета линий передачи   | Решение задач              | 3                   | 1                    |
| 2         | Согласование линий при помощи шлейфов (расчет места включения и длины шлейфа по круговой диаграмме Вольперта - Смита) | Решение задач              | 2                   | 1                    |
| 3         | Согласование линий при помощи трансформаторов сопротивлений   | Решение задач              | 2                   | 9                    |
| 4         | Расчет ДН симметричного   | Решение задач              | 2                   | 2                    |

|        |   |               |    |     |
|--------|---|---------------|----|-----|
|        | вибратора в свободном пространстве                            |               |    |     |
| 5      | Расчет ДН симметричного вибратора над проводящей поверхностью | Решение задач | 2  | 2   |
| 6      | Расчет ДН антенны типа «волновой канал»                       | Решение задач | 2  | 3   |
| 7      | Расчет ДН волноводно-щелевых антенн различного типа           | Решение задач | 2  | 4   |
| 8      | Расчет характеристик излучения апертурной антенны             | Решение задач | 2  | 7,8 |
| Всего: |   |               | 17 |     |

#### 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 6 |  |                     |                      |
| 1         | Исследование антенны типа «волновой канал»   | 4                   | 3                    |
| 2         | Исследование цилиндрической спиральной антенны                                       | 4                   | 2                    |
| 3         | Согласование волновода с нагрузкой   | 4                   | 1                    |
| 4         | Исследование рупорных антенн с корректирующими линзами. Часть 1.                     | 4                   | 6,7                  |
| 5         | Исследование рупорных антенн с корректирующими линзами. Часть 2.                     | 4                   | 6,7                  |
| 6         | Исследование зеркальных антенн   | 4                   | 8                    |
| 7         | Исследование волноводно-щелевых антенн   | 4                   | 4                    |
| 8         | Исследование четырех плечных волноводных элементов антенных переключателей. Часть 1. | 4                   | 9                    |
| 9         | Исследование четырех плечных волноводных элементов антенных переключателей. Часть 2. | 2                   | 9                    |
| Всего:    |  | 34                  |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

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.

#### 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 6, час | Семестр 7, час |
|---|------------|----------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              | 4              |
| <b>Самостоятельная работа, всего</b>              | <b>87</b>  | <b>32</b>      | <b>55</b>      |
| изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 20         | 20             |                |
| курсовое проектирование (КП, КР)                  | 55         |                | 55             |
| расчетно-графические задания (РГЗ)                | 7          | 7              |                |
| выполнение реферата (Р)                           |            |                |                |
| подготовка к текущему контролю (ТК)               | 5          | 5              |                |
| домашнее задание (ДЗ)                             |            |                |                |
| контрольные работы заочников (КРЗ)                |            |                |                |

### 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) |
|--------------------|---|---|
| 621.396.67<br>К 85 | Крячко, А. Ф. Антенны и устройства сверхвысоких частот: учеб. пособие / А. Ф. Крячко, Л. А. Федорова – СПб.: ГУАП, 2017. – 238 с. | 20  |

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
| 621.396.67<br>Ф 33                              | Федорова, Л. А. Ф33 Расчет и проектирование авиационных антенн сверхвысоких частот: учеб. пособие / Л. А. Федорова, Н. А. Гладкий, Б. А. Аюков. –СПб.: ГУАП, 2019. – 145 с.<br><br><a href="https://lms.guap.ru/new/pluginfile.php/122487/mod_resource/content/0/%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%90%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%B22019.pdf">https://lms.guap.ru/new/pluginfile.php/122487/mod_resource/content/0/%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%90%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%B22019.pdf</a> | 5<br><br>Электронная версия |
| ББК 32 848<br>А 72<br>УДК<br>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<br>629.735.06<br>(075)<br>ББК 39.67<br>.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<br>629.735.06<br>(075)<br>ББК 39.67<br>.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<br>А 72<br>УДК<br>621.396.67         | Красюк В.Н. Проектирование ФАР прямоугольной формы. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб.,1999г. -4 п.л.  | 200                         |
| УДК<br>629.386.6<br>ББК 32.85<br>.С12           | Калашников В.С., Негурей А.В. Расчет параметров пассивных узлов СВЧ методами теории цепей. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб., 1999г.-99с.   | 150                         |
| УДК<br>629.386.6<br>ББК 32.85<br>.С12           | Калашников В.С., Прусов А.В. Техническая электродинамика. Направляющие системы и направляемые волны. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб.,2002г. -44 с.  | 100                         |
| УДК<br>629.735.06<br>(075)<br>ББК 39.67<br>.С36 | Красюк В.Н. Современные принципы построения антенных систем аэропортов. Метод. разработка. ГУАП., С.-Пб., 1999г. 1 п.л.  | 40                          |
| УДК<br>621.396.67                               | Красюк В.Н. Электромагнитная совместимость антенных устройств. Учебное пособие. ГУАП., С.-Пб., 2002г.  | 100                         |
| УДК<br>621.396.67                               | Антенны и устройства сверхвысоких частот. Федорова Л.А., Данилов Ю.Н. Программы, контрольные вопросы и методические указания к выполнению контрольных  | 100                         |

|  |  |    |
|--|--|----|
|  | работ .ГУАП., С.-Пб., 2005г. 22с.  |    |
| УДК<br>621.396.67(07<br>5)<br>ББК 32.845<br>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<br>Д 72<br>УДК 621.396.67 | Драбкин А.Л., Зузенко В.Л., Кислов А.Г. Антенно-фидерные устройства. М.: Сов.радио, 1974г. -586с.  | 33  |
| 6Ф2.02.<br>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<br>ББК 39.46      | Воробьев Е.А. Основы конструирования судовых устройств СВЧ. Ленинград, Судостроение, 1985, 240 с.  | 20  |

## 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.">http://e.</a> | Григорьев И.Н. Практические конструкции антенн/ |

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

## 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<br>(при<br>необходимости) |
|-------|---|---|
| 1     | Мультимедийная лекционная аудитория                       |   |
| 2     | Специализированная лаборатория «Устройства СВЧ и антенны» | 14-02 Гаст.                               |
| 3     | Класс для практических занятий                            | 11-01 БМ                                  |

## **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;<br>Задачи;<br>Тесты.                       |
| Зачет                        | Список вопросов;<br>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   | Механика   |
| 3   | Радиотехнические цепи и сигналы  |
| 4   | Радиотехнические цепи и сигналы  |
| 4   | Электроника  |
| 4   | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности |
| 5   | Электродинамика и распространение радиоволн  |
| 6   | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности |
| 6   | Антенны и устройства сверхвысокой частоты  |
| 7   | Средства регистрации параметров полета летательных   |

|    |  |
|----|--|
|    | аппаратов  |
| 7  | Основы теории и техники фазированных антенных решеток  |
| 7  | Информационно-телеметрические системы  |
| 7  | Радиолокационные системы и комплексы   |
| 7  | Антенны и устройства сверхвысокой частоты  |
| 8  | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности |
| 8  | Испытание и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники                                   |
| 9  | Спутниковые системы навигации, связи и наблюдения  |
| 9  | Системы связи и телекоммуникаций   |
| 9  | Радионавигационные системы и комплексы   |
| 10 | Системы связи и телекоммуникаций   |
| 10 | Конструирование, технология и эксплуатация радиоэлектронного оборудования аэропортов                 |
| 10 | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности |

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»<br>«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»<br>«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»<br>«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</li> </ul>   |



|             |                                       |   |
|-------------|---------------------------------------|---|
|             |                                       | направления;<br>- слабо аргументирует научные положения;<br>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;<br>- частично владеет системой специализированных понятий.   |
| $K \leq 54$ | «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | - обучающийся не усвоил значительной части программного материала;<br>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;<br>- испытывает трудности в практическом применении знаний;<br>- не может аргументировать научные положения;<br>- не формулирует выводов и обобщений. |

#### 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  |
|-------|--|
| 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 $H_{10}$ , чтобы она излучала?  |
| 23. | Какой вид имеет диаграмма направленности полуволновой щели в $E$ - и $H$ -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 $H$ -плоскостного секториального рупора?  |
| 28. | Какая стенка прямоугольного волновода увеличивается в размере для получения $E$ -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 двухзеркальная антенна Кассегрена?  |
| 37. | Как конструктивно выполняется двухзеркальная 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 $E$ -тройника?  |
| 40. | Каковы свойства внутренне согласованного волноводного $H$ -тройника?  |
| 41. | Каковы причины необходимости внутреннего согласования волноводного $H$ -тройника?   |
| 42. | Каковы причины необходимости внутреннего согласования волноводного $E$ -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?   |

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)

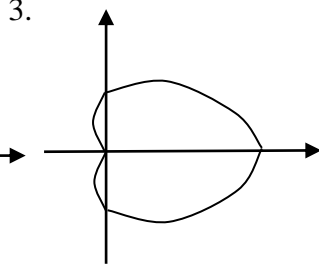
Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов   |
|-------|--|
| 1.    | <p><b>Какие функции выполняет передающая антенна, если она подключена к радиопередатчику через фидерный тракт?</b></p> <p>1. Преобразует связанные ЭМВ в фидере, несущие информацию от ПРД, в свободно-распространяющиеся ЭМВ с сохранением информации и формируют вполне определенные требуемые характеристики излучения (ДН, поляризация в заданном диапазоне частот)</p> <p>2. Управляет характеристиками поля излучения во времени и пространстве.</p> <p>3. Увеличивает плотность потока мощности в окружающем пространстве.</p>  |
| 2.    | <p><b>Сформулируйте назначение приемной антенны?</b></p> <p>1. Обеспечение направленного приема, частотная и поляризационная селекция радиосигналов, а также преобразования распространяющихся ЭМВ в свободном пространстве в связанные ЭМВ, направленные по фидеру к приемнику с сохранением информации.</p> <p>2. Управление селективными свойствами по частоте, поляризации, направлению.</p> <p>3. Измерительные функции - определение направлений, с которых приходят сигналы и помехи.</p>   |
| 3.    | <p><b>Какой частотный диапазон относится к длинным волнам?</b></p> <p>1. Частотный диапазон 30-300 кГц.</p> <p>2. Частотный диапазон 3-30 кГц.</p> <p>3. Частотный диапазон 3-30 МГц</p>   |
| 4.    | <p><b>Что называется амплитудной функцией направленности антенны?</b></p> <p>1. Зависимость амплитуды напряженности электрического поля в дальней зоне от угловых координат <math>\theta, \varphi</math> в сферической системе координат при условии, что расстояние от антенны до наблюдателя остается постоянным.</p> <p>2. Зависимость амплитуды напряженности электрического поля в ближней зоне антенны от угловых координат <math>\theta, \varphi</math> в сферической системе координат при условии, что расстояние от антенны до наблюдателя остается постоянным.</p> <p>3. Зависимость распределения амплитуды тока на антенне от ее линейных размеров.</p> |

|     |  |
|-----|--|
| 5.  | <p><b>Что называется поляризационной характеристикой антенны?</b></p> <p>1. Кривая, которую описывает конец вектора <math>E</math> (годограф вектора <math>E</math>) в плоскости перпендикулярной направлению распространения электромагнитной волны в свободном пространстве.</p> <p>2. Геометрическое место максимальных проекций вектора <math>E</math> на вращающуюся ось приемной антенны в плоскости перпендикулярной направлению распространения.</p> <p>3. Зависимость амплитуды напряженности электрического поля в дальней зоне от угловых координат <math>\theta, \varphi</math> в сферической системе координат.</p>   |
| 6.  | <p><b>Как определяют ширину диаграммы направленности антенны?</b></p> <p>1. Угловой сектор, при котором значение амплитуды напряженности электрического поля уменьшается до значения <math>0.707 E_{\max}</math>.</p> <p>2. Угловой сектор, при котором значение амплитуды напряженности электрического поля уменьшается до значения <math>0.5 E_{\max}</math>.</p> <p>3. Угловой сектор, при котором значение мощности поля <math>P</math> уменьшается до значения <math>0.707 P_{\max}</math>.</p>   |
| 7.  | <p><b>Что называется коэффициентом бегущей волны в линии передачи?</b></p> <p>1. Отношение амплитуды напряженности суммарной волны в минимуме поля в линии передачи к амплитуде напряженности суммарной волны в максимуме поля.</p> <p>2. Зависимость амплитуды напряженности электрического поля вдоль линии передачи от ее координаты.</p> <p>3. Отношение амплитуды напряженности суммарной волны в максимуме поля в линии передачи к амплитуде напряженности суммарной волны в минимуме поля</p>   |
| 8.  | <p><b>При каких условиях в линии передачи существует режим бегущей волны?</b></p> <p>1. Сопротивление нагрузки должно быть чисто активной величиной и равняться волновому сопротивлению линии передачи.</p> <p>2. Сопротивление нагрузки должно равняться нулю.</p> <p>3. Линия передачи должна быть нагружена на сопротивление, равное волновому сопротивлению свободного пространства <math>120\pi</math>.</p>   |
| 9.  | <p><b>При каких условиях в линии передачи существует режим стоячих волн?</b></p> <p>1. Сопротивление нагрузки должно равняться или нулю или бесконечности.</p> <p>2. Линия передачи должна быть нагружена на сопротивление <math>120\pi</math>.</p> <p>3. Сопротивление нагрузки должно быть чисто активной величиной и равняться волновому сопротивлению линии передачи.</p>  |
| 10. | <p><b>Чему равняется входное сопротивление двухпроводной линии передачи в сечении <math>z</math> длиной <math>l</math> разомкнутой на конце?</b></p> <p>1. Сопротивление линии чисто реактивная величина и изменяется в соответствии с выражением</p> $z_{\text{вх}}(z) = \frac{\dot{V}_{\Sigma}(z)}{\dot{I}_{\Sigma}(z)} = -i \cdot ctg\beta z$ <p>2. Сопротивление линии чисто реактивная величина и изменяется в соответствии с выражением</p> $z_{\text{вх}}(z) = \frac{\dot{V}_{\Sigma}(z)}{\dot{I}_{\Sigma}(z)} = -i \cdot tg\beta z$ <p>3. Сопротивление должно быть чисто активной величиной в любом сечении и равняться волновому сопротивлению линии передачи.</p> |
| 11. | <p><b>Что собой представляет симметричный вибратор?</b></p>  |

|     |   |
|-----|---|
|     | <p>1. Симметричный вибратор представляет собой проволочную антенну с плечами равной длины, расположенными вдоль общей оси, и у которого в любом сечении, отстоящим на одинаковое расстояние от точек питания токи равны по величине и синфазны.</p> <p>2. Симметричный вибратор представляет собой проволочную антенну с плечами равной длины, расположенными параллельно друг другу, и которая в осевом направлении излучает диаграмму направленности в виде окружности (ненаправленное излучение)</p> <p>3. Симметричный вибратор представляет собой проволочную антенну с плечами равной длины, расположенными вдоль общей оси, и которая в осевом направлении излучает диаграмму направленности в виде восьмерки.</p> |
| 12. | <p><b>Каким выражением описывается поле излучения симметричного вибратора в дальней зоне?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math display="block">E_1 = i \frac{60I_{m1}}{r_1} f_1(\theta) e^{i(\omega t - kr_1)}.</math></li> <li><math display="block">E_1 = i60 f_1(\theta) e^{i\omega t} \sum_{p=1}^n I_{m_p} \frac{e^{-ikr_p - i\psi_p}}{r_p}.</math></li> <li><math display="block">E_1 = i \frac{60I_{m1}}{r_1} \sin(\theta) e^{i(\omega t - kr_1)}.</math></li> </ol>  |
| 13. | <p><b>Каким выражением описывается функция направленности симметричного вибратора в дальней зоне?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math display="block">f(\theta) = \frac{\cos(kl \cos \theta) - \cos kl}{\sin \theta}.</math></li> <li><math display="block">f(\theta) = \frac{\sin \left[ \frac{n}{2} (kd_z \cos \theta - \psi) \right]}{n \sin \left[ \frac{1}{2} (kd_z \cos \theta - \psi) \right]}.</math></li> <li><math display="block">f(\theta) = \frac{\cos(kl \sin \theta)}{\cos \theta}.</math></li> </ol>   |
| 14. | <p><b>Какой вид имеет амплитудная функция направленности полуволнового симметричного вибратора в Е и Н - плоскостях?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Амплитудная функция направленности полуволнового симметричного вибратора в Е-плоскости имеет вид восьмерки, а в Н- плоскости – окружности.</li> <li>Амплитудная функция направленности полуволнового симметричного вибратора в Е-плоскости имеет вид окружности, а в Н- плоскости – восьмерки.</li> <li>Амплитудная функция направленности полуволнового симметричного вибратора в Е- и Н-плоскостях имеет вид восьмерки.</li> </ol>  |
| 15. | <p><b>Какой изменится диаграмма направленности симметричного полуволнового вибратора в Е плоскости, если увеличить его длину до <math>2l = 1,5\lambda</math> ?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Главный лепесток, ориентированный перпендикулярно оси вибратора, сузится, но появится в каждом квадранте дифракционный лепесток под углом к оси вибратора.</li> <li>Главный лепесток, ориентированный вдоль оси вибратора, сузится, но появятся дифракционные лепестки перпендикулярные оси вибратора.</li> <li>Главный лепесток, ориентированный перпендикулярно оси вибратора, сузится.</li> </ol>  |
| 16. | <p><b>Какой изменится диаграмма направленности симметричного полуволнового вибратора в Е плоскости, если увеличить его длину до <math>2l = \lambda</math> ?</b></p>   |



|     |  |
|-----|--|
|     | <p>1. Главный лепесток в виде восьмерки, ориентированной перпендикулярно оси вибратора, сузится..</p> <p>2. Главный лепесток , ориентированный перпендикулярно оси вибратора ,сузится , но появится в каждом квадранте дифракционный лепесток под углом к оси вибратора.</p> <p>3. Главный лепесток в виде восьмерки, ориентированной вдоль оси вибратора, сузится.</p>  |
| 17. | <p><b>Чему равно активное входное сопротивление полуволнового и волнового вибраторов малой толщины?</b></p> <p>Ответы:</p> <p>1. Активное входное сопротивление полуволнового и волнового вибраторов равно 73,1 Ом и 5000 Ом соответственно.</p> <p>2. Активное входное сопротивление полуволнового и волнового вибраторов равно 42,5 Ом и 1000 Ом соответственно.</p> <p>3. Активное входное сопротивление полуволнового и волнового вибраторов равно 73,1 Ом и 377 Ом соответственно.</p>  |
| 18. | <p><b>.С какой целью увеличивают толщину вибраторных антенн?</b></p> <p>1. Для того, чтобы расширить рабочую полосу частот по входному сопротивлению вибратора.</p> <p>2. Для того, чтобы сузить диаграмму направленности вибратора в Е-плоскости.</p> <p>3. Для того, чтобы свести к минимуму реактивную составляющую входного сопротивления и увеличить соответственно активное входное сопротивление, что приведет к увеличению мощности излучения. Какие условия необходимо выполнить, чтобы антенна волновой канал излучала в диаграмму направленности вдоль оси линейной системы излучателей?</p>  |
| 19. | <p><b>Как ориентирована в пространстве диаграмма направленности синфазной линейной системы излучателей?</b></p> <p>1. Максимум ДН перпендикулярен оси линейной системы излучателей.</p> <p>2. Максимум ДН направлен вдоль оси линейной системы излучателей.</p> <p>3. Максимум ДН направлен под углом к оси линейной системы излучателей.</p>  |
| 20. | <p><b>Какой вид в пространстве имеет диаграмма направленности в Е-плоскости линейной системы из двух излучателей А-Р?</b></p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p>   |
| 21. | <p><b>34. Какие условия необходимо выполнить, чтобы антенна волновой канал излучала в диаграмму направленности вдоль оси линейной системы излучателей?</b></p> <p>1. Расстояние между излучателями <math>d</math> должно быть равным четверти длины волны в свободном пространстве, а фаза тока в каждом соседнем излучателе должна отличаться на величину <math>\pi/2</math> .</p> <p>2. Расстояние между излучателями <math>d</math> должно быть равным половине длины волны в свободном пространстве, а фаза тока в каждом соседнем излучателе должна отличаться на величину <math>\pi</math> .</p> <p>3. Расстояние между излучателями <math>d</math> должно быть равным четверти длины волны в свободном пространстве, а фаза тока в каждом соседнем излучателе</p> |

|     |  |
|-----|--|
|     | должна быть одинаковой ( синфазная система) .  |
| 22. | <p><b>35. Что такое фазированная антенная решетка?</b></p> <p>1. Решетка излучателей, в которой перемещение луча диаграммы направленности осуществляется за счет изменения фазы в каждом последующем излучателе относительно соседнего по линейному закону.</p> <p>2. Решетка излучателей, в которой перемещение луча диаграммы направленности осуществляется за счет изменения фазы в каждом последующем излучателе относительно соседнего по квадратичному закону.</p> <p>3. Решетка излучателей, в которой перемещение луча диаграммы направленности осуществляется за счет качания антенной решетки вокруг ее фазового центра.</p>   |
| 23. | <p><b>Какой вид имеет выражение множителя решетки системы из двух излучателей, расположенных на расстоянии <math>d</math> друг от друга ?</b></p> <p>1. <math>f_{n=2}(\theta) = \cos[\frac{1}{2}(kd \cos \theta - \psi)]</math>.</p> <p>2. <math>f_{n=2}(\theta) = \sin(kh \cos \theta)</math>.</p> <p>3. <math>f_{n=2}(\theta) = \cos(kh \cos \theta)</math>.</p>   |
| 24. | <p><b>Какой вид имеет диаграмма направленности полуволновой щели в Е - и Н- плоскостях, прорезанной в плоском безграничном экране?</b></p> <p>1. Диаграммы направленности имеют вид окружности и восьмерки соответственно в Е - и Н- плоскостях.</p> <p>2. Диаграммы направленности имеют вид восьмерки и окружности соответственно в Е - и Н-плоскостях.</p> <p>3. Диаграммы направленности имеют вид восьмерки соответственно в Е- и Н-плоскостях.</p>   |
| 25. | <p><b>Каким образом надо прорезать щель в волноводе с волной типа <math>H_{10}</math>, чтобы она излучала?</b></p> <p>1. Щель надо прорезать вдоль магнитных силовых линий.</p> <p>2. Щель надо прорезать вдоль электрических силовых линий.</p> <p>3. Щель надо прорезать перпендикулярно магнитным силовым линиям</p>  |
| 26. | <p><b>Какое расстояние в волноводно-щелевой антенне (ВЩА) должно быть между продольными щелями на широкой стенке прямоугольного волновода, смещенными относительно его оси в шахматном порядке, чтобы она излучала один лепесток ДН перпендикулярно волноводу?</b></p> <p>1. Расстояние между соседними щелями, смещенными относительно его оси в шахматном порядке, равно половине длины волны в волноводе.</p> <p>2. Расстояние между соседними щелями, смещенными относительно его оси в шахматном порядке, равно половине длины волны в свободном пространстве.</p> <p>3. Расстояние между соседними щелями, смещенными относительно его оси в шахматном порядке, равно длине волны в волноводе.</p> |
| 27. | <p><b>Какое расстояние в резонансной волноводно-щелевой антенне (ВЩА) с продольными щелями на широкой стенке прямоугольного волновода, смещенными относительно его оси в шахматном порядке, должно быть от короткозамкнутого поршня до ближайшей к нему щели?</b></p> <p>1. Расстояние от короткозамкнутого поршня до ближайшей к нему щели равно четверти длины волны в волноводе.</p> <p>2. Расстояние от короткозамкнутого поршня до ближайшей к нему щели равно половине длины волны в волноводе.</p> <p>3. Расстояние от короткозамкнутого поршня до ближайшей к нему щели равно длине волны в волноводе.</p>   |

|     |  |
|-----|--|
| 28. | <p><b>Какую поляризацию излучает волноводно-щелевая антенна (ВЩА) со встречно-наклонными щелями на узкой стенке прямоугольного волновода с расстоянием между щелями <math>\Lambda/2</math>?</b></p> <p>1. Поляризация линейная – горизонтальная (параллельная оси волновода).<br/>         2. Поляризация линейная – вертикальная (перпендикулярная оси волновода).<br/>         3. Поляризация линейная – перпендикулярная оси излучающей щели.</p>   |
| 29. | <p><b>Какое расстояние в резонансной волноводно-щелевой антенне (ВЩА) с поперечными щелями на широкой стенке прямоугольного волновода должно быть от короткозамкнутого поршня до ближайшей к нему щели?</b></p> <p>1. Расстояние от короткозамкнутого поршня до ближайшей к нему щели равно половине длины волны в волноводе <math>\Lambda/2</math>.<br/>         2. Расстояние от короткозамкнутого поршня до ближайшей к нему щели равно четверти длины волны в волноводе <math>\Lambda/4</math>.<br/>         3. Расстояние от короткозамкнутого поршня до ближайшей к нему последней щели равно <math>3\Lambda/4</math>.</p> |
| 30. | <p><b>Какой вид имеет диаграмма направленности волноводно-щелевой антенны (ВЩА) бегущей волны с поперечными щелями на широкой стенке прямоугольного волновода при расстоянии между щелями <math>d = \Lambda/4</math>?</b></p> <p>1. Диаграмма направленности имеет один главный лепесток, наклоненный к оси волновода.<br/>         2. Диаграмма направленности имеет один главный лепесток, перпендикулярный оси волновода.<br/>         3. Диаграмма направленности имеет один главный лепесток, наклоненный к оси волновода, и дифракционный максимум, перпендикулярный оси волновода.</p>                                    |

Тесты размещены <https://lms.guap.ru/course/view.php?id=32>

#### 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, $R_{н.о} = 2$ 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 $\psi=90^0$ . |
| 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) $\alpha=140$ .   |
| 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 $\psi_0=700$ .   |

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, приходиться 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**

Студент обязан ознакомиться с содержанием задачи, предложенной ему на практических занятиях. Понять ее смысл и наметить план решения. Далее он использует либо лекции, либо справочную литературу и решает задачу самостоятельно.

### **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.  
<https://lms.guap.ru/new/mod/lesson/view.php?id=11068>
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.  
<https://lms.guap.ru/new/mod/lesson/view.php?id=11521>

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. Ф33 Расчет и проектирование авиационных антенн сверхвысоких частот: учеб. пособие / Л. А. Федорова, Н. А. Гладкий, Б. А. Аюков. –СПб.: ГУАП, 2019. – 145 с.

[https://lms.guap.ru/new/pluginfile.php/122487/mod\\_resource/content/0/%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%90%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%B22019.pdf2](https://lms.guap.ru/new/pluginfile.php/122487/mod_resource/content/0/%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%93%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%90%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%B22019.pdf2).

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., Храменко 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., Храменко Г.Н. Волноводно-щелевые антенны. Проектирование и расчет. Учебное пособие.ГААП,С.-Пб., 1992г. -132с.

5. Никитин Б.Т., Федорова Л.А., Храменко Г.Н. Применение ЭВМ для расчета антенн. Метод. указания для ДП и КП. ЛИАП, Л., 1988г.-31с.

7. Никитин Б.Т., Красюк В.Н., Храменко Г.Н., Шишова С.Ю. Автоматизированное проектирование зеркальных антенн с овальной апертурой. Метод. указания. ЛИАП, Л., 1989г.-21с.

8. Никитин Б.Т., Храменко Г.Н. Расчет и проектирование облучателей зеркальных антенн. Метод. указания для ДП и КП. ЛИАП, Л., 1989г.-17с.

9. Никитин Б.Т., Храменко Г.Н. Расчет и проектирование зеркальных антенн. Метод. указания для ДП и КП. 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).

### **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.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |