

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

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«24» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория и техника СВЧ-тракта»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические системы и их эксплуатация
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)



17.06.24

(подпись, дата)

Монаков А. А.

(инициалы, фамилия)

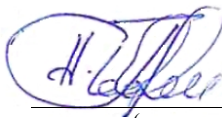
Программа одобрена на заседании кафедры № 22

17 июня 2024 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой № 22

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



17.06.2024

(подпись, дата)

Н.В. Поваренкин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



17.06.2024

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Теория и техника СВЧ-тракта» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы и их эксплуатация». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией и практикой разработки антенных и фидерных устройств радиотехнических систем

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Целью преподавания дисциплины подготовка бакалавров направления «Радиотехника» в области разработки и обеспечения функционирования устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	ПК-2.3.1 знать методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем ПК-2.У.1 уметь проводить экспериментальные исследования характеристик радиотехнических устройств и систем по заданной методике

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Радиотехнические цепи и сигналы,
- Электродинамика и распространение радиоволн.

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

- Теория и техника РТС
- Основы теории радиосистем и комплексов управления
- Особенности приема и обработки сигналов в РТС различного назначения
- Пространственно-временная обработка сигналов
- Многофункциональные РЛС
- Спутниковые радионавигационные системы
- Основы вторичной радиолокации
- Перспективные методы обработки информации в РТС
- Адаптивные радиотехнические системы

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6

1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины,</b> ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	51
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	76	76
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

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

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 6</b>					
Раздел 1. Параметры передающих и приёмных антенн Тема 1.1. Зоны излучения антенны: дальняя, промежуточная и ближняя зоны поля. Тема 1.2. Направленные свойства антенн: комплексная векторная диаграмма направленности, КНД, коэффициент усиления, действующая высота антенны. Тема 1.3. Приёмные антенны: теорема взаимности применительно к приёмным антеннам, цепь приёмной антенны и мощность, поступающая в нагрузку. Шумовая температура.	2	6	2		12
Раздел 2. Вибраторные антенны Тема 2.1. Симметричный вибратор: распределение тока и заряда в симметричном вибраторе, диаграмма направленности, сопротивление излучения и КНД симметричного вибратора, входное сопротивление. Тема 2.2. Типы вибраторов: петлеобразный, щелевой, штыревой, способы их питания; связанные вибраторы.	3	6	3		12
Раздел 3. Щелевые излучатели Тема 3.1. Принцип двойственности и его применимость в теории щелевых антенн. Тема 3.2. Щели в волноводе: токи проводимости на стенках волновода, типы щелевых излучателей, входные сопротивления щелей, сопротивление излучения.	3	6	3		13

Раздел 4. Антенные системы. Поверхностные антенные решётки. Фазированные антенные решётки, сканирующие и многолучевые. Схемы питания. Тема 4.1. Дискретные системы: множитель решетки; способы подавления боковых лепестков; фазированные антенные решётки, сканирующие и многолучевые; схемы питания. Тема 4.2. Рефлекторы, директоры и логопериодические антенны. Тема 4.3. Диэлектрические и спиральные антенны: принцип работы, характеристики. Тема 4.4. Антенны бегущей волны: принцип работы, характеристики.	3	6	3		13
Раздел 5. Апертурные антенны. Тема 5.1. Внешняя и внутренняя задачи анализа апертурных антенн и методы их решения; амплитудное и фазовое распределение поля и их влияние на диаграмму направленности. Тема 5.2. Волноводные и рупорные антенны. Тема 5.3. Линзовые и зеркальные антенны, их разновидности: конструкции и характеристики, применения. Тема 5.4. Параболическое зеркало, коэффициент усиления; оптимальный угол раскрыва; двухзеркальные антенны.	3	5	3		13
Раздел 6. Элементы фидерного тракта Тема 6.1. Направляющие системы. Тема 6.2. Т-образные делители мощности (тройники). Тема 6.3. Волноводные мосты. Тема 6.4. Антенный переключатель на щелевых мостах.	3	5	3		13
Итого в семестре:	17	34	17		76
Итого	17	34	17		76

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

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Раздел 1. Параметры передающих и приёмных антенн. Тема 1.1. Зоны излучения антенны: дальняя, промежуточная и ближняя зоны поля. Тема 1.2. Направленные свойства антенн: комплексная векторная диаграмма направленности, КНД, коэффициент усиления, действующая высота антенны. Тема 1.3. Приемные антенны: теорема взаимности применительно к приёмным антеннам, цепь приёмной антенны и мощность, поступающая в нагрузку. Шумовая температура.
<b>2</b>	Раздел 2. Вибраторные антенны. Тема 2.1. Симметричный вибратор: распределение тока и заряда в симметричном вибраторе, диаграмма направленности, сопротивление излучения и КНД симметричного вибратора, входное сопротивление. Тема 2.2. Типы вибраторов: петлеобразный, щелевой, штыревой, способы их питания; связанные вибраторы.
<b>3</b>	Раздел 3. Щелевые излучатели. Тема 3.1. Принцип двойственности и его применимость в теории щелевых антенн. Тема 3.2. Щели в волноводе: токи проводимости на стенках волновода, типы щелевых излучателей, входные сопротивления щелей, сопротивление излучения.
<b>4</b>	Раздел 4. Антенные системы. Поверхностные антенные решётки.

	Фазированные антенные решётки, сканирующие и многолучевые. Схемы питания. Тема 4.1. Дискретные системы: множитель решетки; способы подавления боковых лепестков; фазированные антенные решётки, сканирующие и многолучевые; схемы питания. Тема 4.2. Рефлекторы, директоры и логопериодические антенны. Тема 4.3. Диэлектрические и спиральные антенны: принцип работы, характеристики. Тема 4.4. Антенны бегущей волны: принцип работы, характеристики.
<b>5</b>	Раздел 5. Апертурные антенны. Тема 5.1. Внешняя и внутренняя задачи анализа апертурных антенн и методы их решения; амплитудное и фазовое распределение поля и их влияние на диаграмму направленности. Тема 5.2. Волноводные и рупорные антенны. Тема 5.3. Линзовые и зеркальные антенны, их разновидности: конструкции и характеристики, применения. Тема 5.4. Параболическое зеркало, коэффициент усиления; оптимальный угол раскрыва; двухзеркальные антенны.
<b>6</b>	Раздел 6. Элементы фидерного тракта. Тема 6.1. Направляющие системы. Тема 6.2. Т-образные делители мощности (тройники). Тема 6.3. Волноводные мосты. Тема 6.4. Антенный переключатель на щелевых мостах.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 6</b>					
1.	Параметры и характеристики антенн	решение задач	6	6	1
2.	Вибраторные антенны	решение задач	6	6	2
3.	Щелевые излучатели	решение задач	6	6	3
4.	Антенные решётки	решение задач	6	6	4
5.	Апертурные антенны	решение задач	5	5	5
6.	Элементы фидерного тракта.	решение задач	5	5	6
<b>Всего</b>			<b>34</b>	<b>34</b>	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 6</b>				
1	Параметры и характеристики полуволнового вибратора	3	3	1
2	Исследование антенны «волновой канал»	3	3	2
3	Исследование волноводно-щелевой антенны	3	3	3

4	Исследование антенной решётки	4	4	4
5	Исследование параболической зеркальной антенны	3	3	5
Всего		17	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	76	76
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	76	76

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

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



	Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2012. – 744с.	
	Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток/ под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Радиотехника, 2003. – 632с.	
ББК 32 848 А 72 УДК 621.396.67	Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны М: Радиотехника, 2006 г.- с.376	30
621.396.67 К 85	Крячко, А. Ф. Антенны и устройства сверхвысоких частот: учеб. пособие / А. Ф. Крячко, Л. А. Федорова– СПб.: ГУАП, 2017. – 238 с.	20
6Ф2 12 Д 72 УДК 621.396.67	Драбкин А.Л., Зузенко В.Л., Кислов А.Г. Антеннофидерные 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
621.396.67 Ф 33	Федорова, Л. А. Ф33 Расчет и проектирование авиационных антенн сверхвысоких частот: учеб. пособие / Л. А. Федорова, Н. А. Гладкий, Б. А. Аюков. –С-Пб.: ГУАП, 2019. – 145 с. <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  Электронная версия
УДК 621.396.67	Антенны и устройства сверхвысоких частот. Федорова Л.А., Данилов Ю.Н. Программы, контрольные вопросы и методические указания к выполнению контрольных работ .ГУАП., С.-Пб., 2005г. 22с.	100
УДК 621.396.67(07 5) 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
(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(СПИА П) 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

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

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

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

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

### 8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Лаборатория теории и техники РТС»	

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты.

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

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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>

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

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

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Дальняя, промежуточная и ближняя зоны антенны. Их границы и свойства полей	ПК-2.3.1
2.	Назначение и классификация антенн, понятия, определения.	ПК-2.У.1
3.	Внутренняя и внешняя задачи теории антенн.	
4.	Амплитудная ДН, ее форма и ширина, графическое изображение.	
5.	Теорема о перемножении ДН односторонних облучателей.	
6.	Фазовая диаграмма антенны. Фазовый центр и центр излучения.	
7.	Мощность и сопротивление излучения антенны.	
8.	Входное сопротивление антенны, связь с сопротивлением излучения.	
9.	Электрическая прочность. Предельная и допустимая мощности.	
10.	Поляризация, ее виды, необходимость учета при приеме.	
11.	КНД, КПД и КУ антенны, определения, взаимосвязи.	
12.	Действующая длина и диапазон рабочих частот антенны.	
13.	Принцип электродинамического подобия и его использование при исследовании антенн.	

14.	Принципы построения сверхширокополосных антенн.	
15.	Фундаментальные ограничения в области антенн.	
16.	Приемные антенны. Эквивалентная схема. Формулы Неймана для ЭДС.	
17.	Приемные антенны. Условия приема максимальной мощности.	
18.	Принцип взаимности и его использование применительно к расчету характеристик приемных антенн.	
19.	Эффективная площадь антенны, связь с КНД и действующей длиной линейной антенны.	
20.	Шумовая температура антенны, связь с КПД, пути ее снижения.	
21.	Особенности работы антенн на низких и высоких частотах.	
22.	Энергетические соотношения в приемных антеннах на СВЧ в согласованном и рассогласованном режимах.	
23.	Формула идеальной радиопередачи с пояснениями.	
24.	Общие свойства антенн малых электрических размеров. Элементарные излучатели линейной и круговой поляризации.	
25.	Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, ДН, сопротивление излучения, КНД.	
26.	Симметричный электрический вибратор. Распределение тока, действующая длина, эффект	
27.	Принцип двойственности и его применение для определения характеристик излучения щели в плоском безграничном экране.	
28.	Излучающие щели в волноводе. Виды волноводно-щелевых антенн.	
29.	Методы расчета поля излучения апертурных антенн. Внутренняя и внешняя задачи. Принцип эквивалентных токов. Поле излучения площадки произвольной формы.	
30.	Поле излучения синфазной прямоугольной площадки с постоянным и косинусоидальным законами распределения амплитуды поля.	
31.	Влияние различных законов распределения фазы по раскрытию антенны на диаграмму направленности.	
32.	Е - плоскостной секториальный рупор. Геометрические параметры. Оптимальный рупор. Поле в раскрытии и поле излучения	
33.	Н - плоскостной секториальный рупор. Геометрические параметры. Оптимальный рупор. Поле в раскрытии и поле излучения	
34.	Диэлектрическая линзовая антенна. Геометрические параметры. Принцип работы. Уравнение профиля. Поле в раскрытии и поле излучения.	
35.	Металлопластинчатая линзовая антенна. Геометрические параметры. Принцип работы. Уравнение профиля. Поле в раскрытии и поле излучения.	
36.	Зонирование линзовых антенн. Уравнения профилей зонированных линзовых антенн. Преимущества и недостатки зонирования.	
37.	Параболические зеркальные антенны. Уравнение профиля параболоида в полярной и декартовой системах координат. Поле в раскрытии. КУ, КНД, КИП, КПД. Оптимальный угол раскрытия.	
38.	Методы устранения реакции зеркала на облучатель. Зеркало с поворотом плоскости поляризации.	
39.	Способы формирования диаграммы направленности вида «косеканс».	
40.	Сферическая антенна с широким углом качания луча. Принцип работы. Геометрические параметры.	
41.	Двух зеркальная антенна Кассегрена. Принцип работы. Геометрические параметры.	
42.	Двух зеркальная антенна Грегори. Принцип работы. Геометрические параметры.	
43.	Характеристики и режимы волн в линиях передачи. Напряжение суммарной волны. Входное сопротивление. Коэффициенты бегущей и стоячей волны. Условие существования в линии бегущей волны.	
44.	Линия короткозамкнутая на конце. Распределение суммарной волны тока и напряжения. Входное сопротивление. Примеры использования в технике антенн	

45.	Разомкнутая на конце линия. Распределение суммарной волны тока и напряжения. Входное сопротивление. Примеры использования в антенной технике.	
46.	T-образные соединения линий передачи. E и H- плоскостные волноводные тройники. Эквивалентные схемы. Условия внутреннего согласования. Реактивные элементы, используемые для согласования волноводных тройников. Применение тройников.	
47.	Двойной волноводный тройник. Конструкция, принцип работы и свойства.	
48.	Антенный переключатель импульсной РЛС на двойных тройниках	
49.	Дуплексер на двойных T-мостах при работе РЛС на одну антенну в непрерывном режиме.	
50.	Кольцевой волноводный мост. Условие возбуждения плеча, если кольцо свернуто в E-плоскости (H-плоскости). Фазы волн на выходах из плеч моста ( векторные диаграммы при питании из разных плеч).	
51.	Антенный переключатель прием-передача импульсной РЛС на кольцевых мостах.	
52.	Щелевой волноводный мост. Конструкция. Геометрические параметры. Принцип работы. Векторные диаграммы сигналов на выходах моста.	
53.	Антенный переключатель прием-передача импульсной РЛС на щелевых мостах	
54.	Дуплексер на щелевых мостах при работе РЛС на одну антенну в непрерывном режиме.	
55.	Направленный волноводный ответвитель с двумя отверстиями связи на узкой стенке. Конструкция , геометрические и электрические параметры, принцип работы. Примеры применения НО.	
56.	НО с тремя отверстиями связи на узкой стенке. Конструкция, геометрические и электрические параметры, принцип работы. Широкополосные свойства.	

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора;</p> <p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> <p><b>Какая антенна имеет самый большой КНД при одинаковых габаритных размерах всех перечисленных антенн и одной и той же рабочей частоте?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вибраторная антенна</li> <li>2. Антенна типа «волновой канал»</li> <li>3. Апертурная антенна с прямоугольным раскрытием</li> </ol>	ПК-2

4. Апертурная антенна с круглым раскрывом

**Ответ:** 3. Антенна с прямоугольным раскрывом имеет максимальную площадь при одинаковых габаритных размерах с другими из перечисленных.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора;

Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

**Направленные свойства антенны характеризуются:**

1. Уровнем боковых лепестков
2. Шириной диаграммы направленности
3. Коэффициентом направленного действия
4. Коэффициентом усиления
5. Отношением излучаемой мощности к подводимой

**Ответ:** 2, 3 и 4. Параметры 2, 3 и 4 связаны друг с другом следующими уравнениями: КНД  $K = 4\pi/(\Delta\alpha \cdot \Delta\varepsilon)$ , КУ  $G = \eta K$ , где  $\Delta\alpha$  и  $\Delta\varepsilon$  - ширины ДН в главных плоскостях,  $\eta$  - КПД антенно-фидерного тракта. Уровень боковых лепестков определяется амплитудно-фазовым распределением на раскрыве антенны, отношение мощностей – качеством согласования антенны и питающей ее линии.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия

Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце

**Установите соответствие между терминами и их определениями.**

А – Коэффициент направленного действия	1 – Отношение амплитуд напряжения и тока на входных клеммах антенны
Б – Коэффициент использования поверхности	2 – Отношение модуля вектора Пойтинга в направлении максимально излучения к среднему по поверхности сферы, охватывающей антенну, значению модуля вектора Пойтинга.
В – Входное сопротивление антенны	3 – Отношение мощности излучения антенны к квадрату действующего значения тока на входе антенны.
Г – Сопротивление излучения антенны	4 – Отношение эффективной площади поверхности антенны к геометрической площади.

**Ответ:** А-2, Б-4, В-1, Г-3

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности;

Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо

**Установите порядок апертурных антенн с заданными коэффициентом**

	<p><b>использования поверхности <math>K</math>, геометрическими размерами <math>(a, b)</math> и длиной волны <math>\lambda</math>, при котором монотонно увеличивается их КНД. При расчетах считать, что раскрыв антенн эллиптический.</b></p> <p>А – <math>K = 0.7, (a, b) = (3, 6) \text{ м}, \lambda = 1 \text{ м}</math></p> <p>Б – <math>K = 0.75, (a, b) = (4, 4) \text{ м}, \lambda = 0.1 \text{ м}</math></p> <p>В – <math>K = 0.8, (a, b) = (0.6, 0.9) \text{ м}, \lambda = 0.03 \text{ м}</math></p> <p>Г – <math>K = 0.7, (a, b) = (0.1, 1.0) \text{ м}, \lambda = 0.008 \text{ м}</math></p> <p><b>Ответ:</b> АВГБ</p> $G = \pi^2 (Kab) / \lambda^2 = \{124, 11844, 4737, 10795\}$ <p>5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.</p> <p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</p> <p>Определить фокусное расстояние зеркальной параболической антенны с углом раскрыва <math>\theta = 60^\circ</math>, максимальный КНД которой на волне длиной <math>\lambda = 3 \text{ см}</math> составляет <math>D = 400</math>. Коэффициент использования поверхности раскрыва принять равным <math>\nu = 0,6</math>.</p> <p><b>Ответ:</b> <math>F = 10.67 \text{ см}</math></p> <p>Геометрическая площадь раскрыва <math>S = \frac{D\lambda^2}{4\pi\nu} = \frac{400 \cdot (0.03)^2}{4\pi \cdot 0.6} = 4.775 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2</math>.</p> <p>Диаметр раскрыва <math>d = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{4.775 \cdot 10^{-2}}{\pi}} = 2.466 \cdot 10^{-1} \text{ м}</math>.</p> <p>Фокусное расстояние <math>F = \frac{D}{4} \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2} = \frac{2.466 \cdot 10^{-1}}{4} \operatorname{ctg} \frac{\pi}{6} = 10.67 \text{ см}</math>.</p>	
2	<p>1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора;</p> <p>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> <p><b>Какое значение КНД соответствует апертурной антенне с габаритами <math>1 \text{ м} \times 3 \text{ м}</math> при рабочей длине волны <math>10 \text{ см}</math>?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2700</li> <li>2. 3700</li> <li>3. 4700</li> <li>4. 5700</li> </ol> <p><b>Ответ:</b> 2. КНД <math>K \approx 4\pi S / \lambda^2 = 4\pi \cdot (1 \cdot 3) / 0.1^2 \approx 3700</math></p> <p>2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора;</p> <p>Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</p> <p><b>Какие из перечисленных антенн имеют амплитудное распределение, спадающее к границе апертуры?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рупорная антенна.</li> </ol>	ПК-3



2. Полуволновый вибратор.
3. Апертурная антенна с распределением типа «косинус на пьедестале»
4. Антенная решетка Дольф-Чебышева

**Ответ:** 1, 2 и 3. Антенная решетка Дольф-Чебышева имеет амплитудное распределения поля в раскрыве, возрастающее на границе апертуры.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия

Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце

**Поставьте в соответствие каждой характеристике антенны уравнение для ее расчета.**

А – Коэффициент направленного действия	1 – $R = P / I^2$ , $P$ и $I$ - мощность и действующее значение тока на клеммах антенны
Б – Коэффициент использования поверхности	2 – $K = \frac{S_{эфф}}{S}$ , $S_{эфф}$ и $S$ - эффективная и геометрическая площади поверхности антенны
В – Входное сопротивление антенны	3 – $R = U / I$ , $U$ и $I$ - действующие значения напряжения и тока на клеммах антенны
Г – Сопротивление излучения антенны	4 – $D = \frac{4\pi}{\int_{\Omega}  f(\alpha, \varepsilon) ^2 d\Omega}$ , $f(\alpha, \varepsilon)$ - диаграмма направленности антенны, $\Omega$ - телесный угол

**Ответ:** А-4, Б-2, В-3, Г-1.

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности;

Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо

**Имеется антенная система из двух точечных синфазных излучателей, расстояние между которыми равно  $d$ . Длина волны излучения равна  $\lambda$ . Расположите системы так, чтобы направление первого нуля ДН системы монотонно увеличивалась от системы к системе.**

А –  $d/\lambda = 1/\sqrt{2}$

Б –  $d/\lambda = 1/2$

В –  $d/\lambda = 1/\sqrt{3}$

Г -  $d/\lambda = 1$

**Ответ:** ГАВБ

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

**К несимметричному вертикальному заземленному вибратору, работающему на резонансной длине волны, подводится мощность**

**$P = 10$  кВт. Частота передатчика  $f_0 = 750$  кГц. Определить эффективную высоту, КПД, ток у основания антенны и максимальную напряженность электрического поля на расстоянии  $D = 12$  км от вибратора. Сопротивление потерь в антенне  $R_n = 7$  Ом.**

**Ответ:**  $l_{эфф} = 63.7$  м,  $\eta = 0.84$ ,  $I = 21.4$  А,  $E_{макс} = 107$  мВ/м.

Высоту вибратора, работающего на резонансной длине волны, вычислив предварительно длину волны передатчика:

$$\lambda = \frac{c}{f_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{750 \cdot 10^3} = 400 \text{ м}; l = \frac{\lambda}{4} = 100 \text{ м}.$$

$$\text{Эффективная высота вибратора } l_{эфф} = \frac{2}{\pi} l = \frac{2}{\pi} 100 = 63.662 \text{ м}.$$

Сопротивление излучения четвертьволнового вибратора, отнесенное к максимуму тока, в два раза меньше сопротивления излучения симметричного полуволнового вибратора и равно  $R_{изл} = 73.1/2 = 36.55$  Ом.

Получаем

$$I = I_{макс} \sin kl = \sqrt{\frac{2P}{R_{изл} + R_n}} \sin \frac{2\pi l}{\lambda} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 10^3}{36.55 + 7}} \sin \frac{\pi}{2} = 21.4 \text{ А},$$

$$\eta = \frac{R_{изл}}{R_{изл} + R_n} = 0.84, E_{макс}(\varepsilon) \Big|_{\varepsilon=90^\circ} = \frac{Z_0 I_{макс}}{2\pi D} \frac{\cos(kl \cos \varepsilon) - \cos(kl)}{\sin \varepsilon} \Big|_{\varepsilon=90^\circ} =$$

$$= \frac{120\pi \cdot 21.4}{2\pi \cdot 12 \cdot 10^3} \frac{1 - \cos \frac{\pi}{2}}{\sin \frac{\pi}{2}} = 107 \text{ мВ/м}.$$

**Примечание.** оценивание тестовых заданий происходит по следующей системе:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

Структура предоставления лекционного материала:

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

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

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

#### Требования к проведению практических занятий

- Формулировка задачи практического занятия.
- Изложение методики решения задач практического занятия.
- Разбор контрольной задачи преподавателем.
- Самостоятельное решение предлагаемой преподавателем задачи.

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

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

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

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

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

- Ознакомиться с методической разработкой к лабораторной работе.
- Проработать самостоятельно теоретический материал, поддерживающий тематику лабораторной работы.
- Ознакомиться с аппаратурой, входящей в лабораторную установку.
- Рассчитать и построить необходимые теоретические зависимости по заданию преподавателя.
- Ответить на контрольные вопросы, имеющиеся в методической разработке к лабораторной работе.
- Ответить на вопросы коллоквиума, проводимого преподавателем перед выполнением лабораторной работы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать:

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

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

#### 11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

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

#### 11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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