

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» июнь 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы радиолокации»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические системы радиолокации и радионавигации
Форма обучения	заочная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

  
(подпись, дата)

17.06.2024

С.С. Поддубный

(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 «Теоретические основы радиолокации» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы радиолокации и радионавигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также с использованием методов искусственного интеллекта»

ПК-3 «Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем»

ПК-4 «Способен выполнять расчет деталей, узлов и устройств радиотехнических систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами радиолокации.

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 экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Теоретические основы радиолокации» - формирование у студентов фундаментальных знаний по принципам построения радиолокационных систем.

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-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, а также с использованием методов искусственного интеллекта	ПК-1.У.1 уметь строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	ПК-3.3.1 знать основные технические характеристики радиотехнических систем
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен выполнять расчет деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	ПК-4.В.1 владеть навыками подготовки структурных и функциональных схем радиотехнических систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика,
- Математика.
- Статистическая радиотехника.
- Устройства приёма и обработки сигналов.

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

- Цифровая обработка сигналов.
- Основы математического моделирования радиотехнических систем.

## 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	
		№8	№9
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	10/ 360	4/ 144	6/ 216
<b>Из них часов практической подготовки</b>	24	14	10
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	42	22	20
в том числе:			
лекции (Л), (час)	18	8	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	16	6	10
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	18	9	9
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	300	113	187
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Экз.	Экз.	Экз.

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)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Задачи, решаемые РЛС, классификация РЛС, модели сигналов и помех Тема 1.1.Определение РТС Тема 1.2. Классификация РТС Тема 1.3. Понятие обработки сигналов Тема 1.4.Критерий качества, требования к критерию	3	2			40

Раздел 2. Теория радиолокационного обнаружения полезных сигналов Тема 2.1. Обнаружение сигналов с полностью известными параметрами Тема 2.2. Обнаружение сигналов с неизвестными параметрами Тема 2.3. Обнаружение пачек импульсных сигналов	3	2	4		40
Раздел 3. Разрешающая способность радиолокационного сигнала Тема 3.1. Разрешающая способность по дальности Тема 3.2. Разрешающая способность по скорости Тема 3.3. Разрешающая способность по угловым координатам	2	2			33
Итого в семестре:	8	6	8		113
<b>Семестр 9</b>					
Раздел 4. Методы и устройства измерения координат Тема 4.1. Методы измерения дальности Тема 4.2. Методы измерения скорости Тема 4.3. Методы измерения угловых координат	5	5	4		95
Раздел 5. РЛС бокового обзора Тема 5.1. РЛС бокового обзора с несфокусированной апертурой Тема 5.2. РЛС бокового обзора с фокусированной апертурой	5	5	4		92
Итого в семестре:	10	10			187
Итого	18	16	8	0	300

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

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

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 2. Задачи, решаемые РЛС, классификация РЛС, понятие об обработке сигналов, критерий качества обработки, требования к критерию, модели сигналов и помех.
2	Раздел 2. Теория радиолокационного обнаружения полезных сигналов Тема 2.1. Обнаружение сигналов с полностью известными параметрами Тема 2.2. Обнаружение сигналов с неизвестными параметрами Тема 2.3. Обнаружение пачек импульсных сигналов
3	Раздел 3. Разрешающая способность радиолокационного сигнала Тема 3.1. Разрешающая способность по дальности

	Тема 3.2. Разрешающая способность по скорости Тема 3.3. Разрешающая способность по угловым координатам
4	Раздел 4. Методы и устройства измерения координат Тема 4.1. Методы измерения дальности Тема 4.2. Методы измерения скорости Тема 4.3. Методы измерения угловых координат
5	Раздел 5. РЛС бокового обзора Тема 5.1. РЛС бокового обзора с нефокусированной апертурой Тема 5.2. РЛС бокового обзора с фокусированной апертурой

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8					
1	Разрешающая способность РЛС	Решение задач	4	4	3
2	Обнаружение радиосигналов	Решение задач	4	4	2
Семестр 9					
3	Дальность действия РЛС	Решение задач	4	4	3
4	Измерение координат	Решение задач	4	4	4
Всего			16		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
1	Исследование функций неопределённости простых и сложных сигналов	2	2	3
2	Исследование методов измерения дальности	2	2	4
3	Исследование методов измерения угловых координат	4	4	4
Всего		8	8	

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 8, час	Семестр 9, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		113	187
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:	300	113	187

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

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

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.396.9 Р15	Радиотехнические системы :учебник для студ. высш.учеб. заведений \[Казаринов и др.]; под ред. Ю.М. Казаринова.-М.:Издательский центр <<Академия>>, 2008.-592 с.	10
621.37:519.2(075) Т46 621.37	Тихонов, В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: Учебное пособие для вузов/ В. И. Тихонов, В. Н. Харисов. - 2-е изд., испр.. - М.: Радио и связь: Горячая линия - Телеком, 2004. - 608 с.: рис. - Загл. обл.: Специальность. - Библиогр.:	58

	с. 605 (10 назв.).	
621.37(075) X 98 621.37	Худяков, Г. И. Статистическая теория радиотехнических систем: учебное пособие/ Г. И. Худяков. - М.: Академия, 2009. - 400 с.: рис., табл.. - (Высшее профессиональное образование. Радиотехника). - Библиогр.: с. 392 - 394 (50 назв.).	20
ББЛ 32.817 М16	Сложные сигналы. : учебно-методическое пособие / П.В. Маковецкий, А.Г. Охонский, С.С. Поддубный:-С.-Петербург. Гос.университет аэрокосмического приборостроения.-СПб.: Изд-во ГУАП 2010.-72с.: рис.-Библиогр.: с. 70 (7 назв.).-ISBN 978-5-8088-0564-4: Б.ц.-Текст: непосредственный	100

#### 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://lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut/index/php">http://lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut/index/php</a>	Электронная библиотека СПб ГУТ
<a href="http://lib.ibooks.ru">http://lib.ibooks.ru</a>	ЭБС «Айбукс»
<a href="http://lanbook.com">http://lanbook.com</a>	«Лань ЭБС»
<a href="http://iprbookshop.ru">http://iprbookshop.ru</a>	ЭБС «Айбукс»

#### 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	22-03
2	Мультимедийная лекционная аудитория	22-06

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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

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

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Краткие сведения об РТС.	ПК-1.У.1
2	Задачи, решаемые РТС.	ПК-1.У.1
3	Последовательность операций при синтезе оптимального алгоритма.	ПК-1.У.1
4	Классификация полезных сигналов. Математическая модель – тригонометрическая форма представления.	ПК-1.У.1
5	Тригонометрическая форма представления в виде суммы квадратурных составляющих.	ПК-1.У.1
6	Представление сигнала в виде суммы ряда, комплексное представление сигнала, графическое представление.	ПК-1.У.1
7	Классификация помех. Математические модели помех.	ПК-1.У.1
8	Модели принимаемых сигналов, одиночных импульсных.	ПК-1.У.1
9	Модели пачек принимаемых сигналов.	ПК-1.У.1
10	Критерии качества в задаче обнаружения.	ПК-1.У.1
11	Классификация задач обнаружения.	ПК-1.У.1
12	Обнаружение одиночного импульсного сигнала с полностью известными параметрами, принимаемого на фоне помехи с равномерным энергетическим спектром. Корреляционный обнаружитель.	ПК-1.У.1
13	Обнаружение одиночного импульсного сигнала с полностью известными параметрами, принимаемого на фоне помехи с равномерным энергетическим спектром на согласованном фильтре. Частотная и импульсная характеристики согласованного фильтра.	ПК-1.У.1
14	Разрешающая способность по дальности и скорости для простых сигналов.	ПК-1.У.1
15	Разрешающая способность по дальности и скорости для сложных сигналов.	ПК-1.У.1
16	Дальность действия РЛС в свободном пространстве.	ПК-1.У.1
17	Дальность действия РЛС при активном ответе	ПК-1.У.1

18	Влияние на дальность действия РЛС затухания радиоволн в атмосфере.	ПК-1.У.1
19	. Влияние кривизны земной поверхности и атмосферной дифракции на дальность действия РЛС.	ПК-1.У.1
20	Измерение угловой координаты одноканальной РЛС по пачке принимаемых сигналов.	ПК-1.У.1
21	Моноимпульсные методы измерения угловых координат цели при амплитудном и фазовом антенными датчиками. Импульсный метод измерения дальности.	ПК-1.У.1
22	Импульсный метод измерения дальности.	ПК-1.У.1
23	Частотный метод измерения дальности.	ПК-1.У.1
24	Фазовый метод измерения дальности.	ПК-1.У.1

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

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

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

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

№ п/п	Примерный перечень тем для 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	Проанализируйте, как изменится вероятность правильного обнаружения сигнала в зависимости от уменьшения порога в пороговом устройстве. 1. Уменьшится. 2. Не изменится. 3. Увеличится. 4. Увеличится при условии, что отношение сигнал/шум не измениться. ОТВЕТ: 4.	ПК-1
2	Поясните, от каких параметров случайного процесса подлежащего фильтрации зависит полоса пропускания следящей системы РЛС. 1. От ширины спектра принимаемых сигналов. 2. От длительности принимаемого сигнала. 3. От ширины энергетического спектра фильтруемого процесса. 4. От амплитуды принимаемого сигнала. 5. От вида автокорреляционной функции (АКФ) процесса подлежащего фильтрации. Ответ- 3 и 5. Обоснование: правильные ответы 3 и 5, т.к. энергетический спектр фильтруемого процесса, подлежащего фильтрации и его АКФ связаны преобразованием Винера-Хинчина.	
3	Расположите параметры импульсного сигнала в порядке влияния на	

	<p>точность оценки дальности до цели.  А Длительность сигнала.  В Ширина спектра сигнала.  Д Амплитуда сигнала.  С Ширина спектра сигнала и отношение сигнал/шум.</p> <p>ОТВЕТ: С, В, Д, А.</p>															
4	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в левом столбце.</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Вид радиоимпульса</td> <td style="width: 50%;">Огибающая АКФ</td> </tr> <tr> <td>А Простой сигнал с прямоугольной огибающей функции <math>\text{SIN}(X)/X</math></td> <td>1 Формы модуль</td> </tr> <tr> <td>Б Простой сигнал с гауссовой огибающей лепестком</td> <td>2. С центральным</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Треугольной формы и</td> </tr> <tr> <td>треугольными боковыми</td> <td></td> </tr> <tr> <td>В Сложный ЛЧМ сигнал</td> <td>3. Треугольная</td> </tr> <tr> <td>Г Сложный ФМ сигнал</td> <td>4. Гауссовой формы</td> </tr> </table> <p>ОТВЕТ: А Б В Г  3 4 2 1</p>	Вид радиоимпульса	Огибающая АКФ	А Простой сигнал с прямоугольной огибающей функции $\text{SIN}(X)/X$	1 Формы модуль	Б Простой сигнал с гауссовой огибающей лепестком	2. С центральным		Треугольной формы и	треугольными боковыми		В Сложный ЛЧМ сигнал	3. Треугольная	Г Сложный ФМ сигнал	4. Гауссовой формы	
Вид радиоимпульса	Огибающая АКФ															
А Простой сигнал с прямоугольной огибающей функции $\text{SIN}(X)/X$	1 Формы модуль															
Б Простой сигнал с гауссовой огибающей лепестком	2. С центральным															
	Треугольной формы и															
треугольными боковыми																
В Сложный ЛЧМ сигнал	3. Треугольная															
Г Сложный ФМ сигнал	4. Гауссовой формы															
5	<p>Укажите, какой критерий оптимальности применяется при решении задачи обнаружения сигналов в РЛС и почему?  ОТВЕТ: Критерий Неймана-Пирсона, так как он не требует знания априорной вероятности наличия сигнала на входе обнаружителя и стоимостей последствий неправильных решений обнаружителем.</p>															
1	Произвести расчет количества элементов, межэлементного расстояния АР для получения требуемого разрешения объектов с размерами 0.5 м на дальности 1 км для длины волны 3 см	ПК-3														
2	Рассчитать параметры ЛЗ эквидистантной антенной решетки $t_{\text{зад мин}}$ и $t_{\text{зад макс}}$ с дискретом сканирования направлений 1 градус в секторе $\pm 10$ град с количеством элементов – 20, длиной волны – 5 см															
3	Произвести расчет разрешающей способности АР по кривым расчета для заданного уровня боковых лепестков (БЛ)															
4	Произвести параметрический синтез АР с размерами не больше 60 см с разрешающей способностью на дальности 3 км – 5 м. (количество элементов, межэлементное расстояние, длину волны)															
5	Рассчитать «слепые скорости» РЛС наземных целей с параметрами сигнала ( $F_{\text{си}} = 2$ КГц, $\tau_{\text{и}} = 1$ мкс, несущей частотой 38 ГГц)															
1	Произвести расчет количества элементов разреженной линейной АР при заданном уровне боковых лепестков (БЛ)	ПК-4														
2	Произвести расчет соотношения сигнал/шум после адаптации 16 элем АР с использованием моделирования ААР: (даны размеры ААР, длина волны, $P_{\text{и}}$ , $\sigma_{\text{ц}}$ , $P_{\text{пр мин}}$ , $R_{\text{ц}}$ , направление на помеху, $P_{\text{пп}}$ , $R_{\text{пп}}$ )															
3	<b>1. Установите соответствие между методами измерения радионавигационных параметров и уравнениями для</b>															

потенциальной точностью их оценивания. <sup>1)</sup>			
Метод измерения		Уравнение	
А	Импульсный метод измерения дальности	1	$\sigma = \frac{\lambda}{2^{3/2} \pi q}$
Б	Фазовый метод измерения дальности	2	$\sigma = \frac{\lambda}{4\pi q T}$
В	Частотный метод измерения дальности	3	$\sigma = \frac{c}{2\Delta\Omega q}$
Г	Доплеровский метод измерения скорости	4	$\sigma = \frac{c}{\Delta\Omega q}$
4	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p><b>1. Три радионавигационные точки расположены на окружности в вершинах равнобедренного треугольника с углом при вершине <math>\alpha</math>. Стоящие в точках приемные станции с одинаковой точностью измеряют дальность. Расположите радионавигационные системы в порядке увеличения точности оценки местоположения объекта, находящегося в центре окружности.</b></p> <p>А – <math>\alpha = 0.1 \cdot \pi</math>.  Б – <math>\alpha = 0.2 \cdot \pi</math>.  В – <math>\alpha = 0.3 \cdot \pi</math>.  Г – <math>\alpha = 0.4 \cdot \pi</math>.  Д – <math>\alpha = 0.5 \cdot \pi</math>.</p>		
5	<p>Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</p> <p><b>1. Определите доплеровские сдвиги частот сигналов, принимаемых в каналах двухлучевого ДИСС, если: а) воздушная скорость воздушного судна <math>V = 720</math> км/ч; б) скорость ветра <math>U = 40</math> м/с; в) направление бокового ветра составляет <math>\theta = 90^\circ</math> относительно продольной оси; г) угол наклона луча антенны относительно горизонта <math>\gamma = 30^\circ</math>; д) лучи расположены симметрично относительно оси воздушного судна под углом <math>\alpha = 90^\circ</math> друг к другу; е). рабочая частота ДИСС <math>f_0 = 9</math> ГГц.</b></p> <p><b>Решение:</b></p>		

$$\begin{cases} \mathbf{e}_1 = \left[ \cos \frac{\alpha}{2} \cos \gamma, -\sin \gamma, -\sin \frac{\alpha}{2} \cos \gamma \right] \\ \mathbf{e}_2 = \left[ \cos \frac{\alpha}{2} \cos \gamma, -\sin \gamma, \sin \frac{\alpha}{2} \cos \gamma \right] \\ \mathbf{W} = [V, 0, U] \\ F_{Д1} = \frac{2}{\lambda} (\mathbf{W}, \mathbf{e}_1) = \frac{2}{\lambda} \left( V \cos \frac{\alpha}{2} \cos \gamma - U \sin \frac{\alpha}{2} \cos \gamma \right) = 5.878 \text{ кГц} \\ F_{Д2} = \frac{2}{\lambda} (\mathbf{W}, \mathbf{e}_2) = \frac{2}{\lambda} \left( V \cos \frac{\alpha}{2} \cos \gamma + U \sin \frac{\alpha}{2} \cos \gamma \right) = 8.818 \text{ кГц} \end{cases}$$

**Ответ:**  $F_{Д1} = 5.878 \text{ кГц}$ ,  $F_{Д2} = 8.818 \text{ кГц}$

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

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:

- чтение лекции;
- учебное пособие (Информационные технологии в радиотехнических системах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. /В.А. Васин, И.Б. Власов, Ю.М. Егоров [и др.]; Под ред. И.Б. Федорова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 768 с. // [http://www.studmed.ru/fedorova-ib-red-informacionnye-tehnologii-v-radiotekhnicheskikh-sistemah\\_703547228f8.html](http://www.studmed.ru/fedorova-ib-red-informacionnye-tehnologii-v-radiotekhnicheskikh-sistemah_703547228f8.html))

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

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

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

#### Требования к проведению практических занятий

- Практические занятия посвящены решению задач, иллюстрирующих основные методы теории функционирования радиотехнических систем (РТС) применительно к обработке радио сигналов.

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

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

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

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

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

- Задаётся преподавателем в соответствии с темой работы.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

- Структура и форма отчета о лабораторной работе, а также требования к оформлению отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ: шифр 22-45 и 22-18(а).

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

- Требования к оформлению отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ: шифр 22-45 и 22-18(а).

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.

Текущий контроль осуществляется путем письменного опроса студентов после окончания изложения очередного раздела дисциплины. Результаты текущего контроля успеваемости учитываются на промежуточной аттестации как дополнительный критерий формирования итоговой аттестационной оценки.

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:

- 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».

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

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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