

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)

«19» февраль 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория радиолокационных систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	03.04.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиофизика
Наименование направленности	Радиотехнические системы и комплексы
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург 2025г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

11.02.2025г.

(подпись, дата)



А.А. Филиппов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

«11» февраль 2025 г, протокол №2

Заведующий кафедрой № 22

к.т.н.

(уч. степень, звание)

11.02.2025г.

(подпись, дата)



Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

11.02.2025г.

(подпись, дата)



Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Теория радиолокационных систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика» направленности «Радиотехнические системы и комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен проводить исследования в области совершенствования характеристик радиолокационных систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с освоением основных методов передачи, приема и обработки радиолокационных сигналов; методов обеспечения основных характеристик радиолокационных систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями преподавания дисциплины является освоение студентами теории радиолокационных систем, методов обеспечения основных характеристик радиолокационных систем, формирование практических навыков оценки их показателей качества, моделирования и анализа функциональных и структурных схем основных блоков 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-2 Способен проводить исследования в области совершенствования характеристик радиолокационных систем	ПК-2.3.1 знать теоретические основы радиолокации ПК-2.У.1 уметь проводить компьютерное моделирование и анализ функциональных и структурных схем основных блоков радиолокационных систем с целью совершенствования их характеристик ПК-2.В.1 владеть навыками расчета основных качественных показателей радиолокационных систем

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математический анализ»,
- «Теория вероятности и математическая статистика»
- «Физика»,
- «Теория сигналов и систем» и др.

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

- «Пространственно-временная обработка в радиолокационных системах»
- «Радиолокационные системы с синтезированной апертурой»
- «Основы теории систем радиоуправления», а также могут быть использованы при подготовке магистерской диссертации.

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
		№1
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, 3Э/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия , всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа , всего (час)	75	75
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, 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 1					
Раздел 1. Введение. 1.1. Принципы получения радиолокационных измерений. 1.2. Методы определения местоположения объектов. 1.3. Обнаружение сигнала и оценивание его параметров	12	4			25
Раздел 2. Разрешение объектов и измерение их координат 2.1 Разрешающая способность по дальности и скорости. 2.2. Принципы измерения координат и скорости объектов	12	8			25
Раздел 3. Борьба с помехами в радиолокации 3.1 Способы ослабления пассивных помех. 3.2. Многопозиционные радиолокационные системы.	10	5			25
Итого в семестре:	34	17			75
Итого	34	17	0	0	75

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 1. Введение. Основные понятия и определения радиолокационных систем 1.1. Принципы получения радиолокационных измерений. 1.2. Методы определения местоположения объектов. Отражающие свойства цели. Наблюдаемость цели. Дальность действия РЛС в свободном пространстве и в условиях помех. 1.3. Обнаружение сигнала и оценивание его параметров Обнаружение сигнала как статистическая задача. Обнаружение сигнала с полностью известными параметрами. Обнаружение сигнала с неизвестной начальной фазой. Обнаружение сигнала со случайной амплитудой. Обнаружение сигнала в виде пачки радиоимпульсов.
2	Раздел 2. Разрешение объектов и измерение их координат 1.1. Разрешающая способность по дальности и скорости. Функция неопределенности простых сигналов. Функция неопределенности ЛЧМ сигналов. Функция неопределенности фазоманипулированного сигнала. Потенциальная точность измерения. 1.2. Принципы измерения координат и скорости объектов Принципы построения следящих импульсных и цифровых дальномеров. Измерение скорости при использовании сложных сигналов. Амплитудные методы измерения угловых координат. Измерение скорости цели.
3	Раздел 3. Борьба с помехами в радиолокации 3.1 Способы ослабления пассивных помех. Обнаружение объектов на фоне пассивных помех. Методы обеспечения когерентности при обнаружении движущихся целей. 3.2. Многопозиционные радиолокационные системы. Бистатистические РЛС. Вторичная и третичная обработка РЛИ

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических (семинарских) занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1					
1	Расчет ЭПР цели	Решение задач	4	4	1
2	Сложные сигналы в РЛС	Дискуссия	4	4	2
3	Моделирование и расчет сложных сигналов РЛС	Компьютерное моделирование	4	4	2
4	Точность определения	Дискуссия	2	2	3

	координат цели				
5	ТТХ и структура бортовой РЛС	Решение задач	3	3	3
Всего			17	17	

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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

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 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	15	15
Выполнение реферата (Р)	10	10
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	15	15
Домашнее задание (ДЗ)	10	10
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	75	75

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)
https://e.lanbook.com/book/128743	Фомин, А. Н. Теоретические и физические основы радиолокации и специального мониторинга : учебник / А. Н. Фомин, В. Н. Тяпкин, Д. Д. Дмитриев ; под редакцией И. Н. Ищука. — Красноярск : СФУ, 2016. — 292 с. — ISBN 978-5-7638-3389-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
https://e.lanbook.com/book/118144	Филиппов, Б. И. Радиотехнические системы : монография / Б. И. Филиппов. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 386 с. — ISBN 978-5-7782-2799-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
621.396.9 Р 15	Радиолокация для всех / В. С. Верба, К. Ю. Гаврилов, А. Р. Ильчук [и др.] ; под редакцией В. С. Вербы. — 2-е изд. — Москва : Техносфера, 2024. — 560 с. — ISBN 978-5-94836-691-3.	2
621.37 Х 98	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.	20
621.396.9 Р15	Радиотехнические системы: учебник / Ю. М. Казаринов [и др.]; ред. Ю. М. Казаринов. - М.: Академия, 2008. - 589 с: рис. - (Высшее профессиональное образование. Радиотехника). - Библиогр.: с. 585 (12 назв.). - ISBN 978-5-7695-3767-7 : 579.59 р. Издание имеет гриф Минобрнауки РФ	29
621.396.9 Б19	Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы.-М.: Радио и связь, 1994. –296с.	2

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
https://e.lanbook.com/	ЭБС “ЛАНЬ”
https://elibrary.ru	Научная электронная библиотека “eLIBRARY”

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
	MathWorksMATLAB (договор № 1303-3 от 30.12.2019)

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
https://www1.fips.ru/	Портал результатов интеллектуальной деятельности

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	Учебная аудитория для лекционных, лабораторных и практических занятий. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации (ПЭВМ, ПЭВМ - Дисплей интерактивный, панель интерактивная Lumien. Лабораторное оборудование (ПЭВМ) Программное обеспечение (с указанием номера лицензии): Mathcad- договор №708-3 от 18.10.2013 (MNT-7544-FN-T2), MathWorksMATLAB (договор № 1303-3 от 30.12.2019) #40507122 Simintech от 11.11.2022 №96413ADD209	22-03 22-06 22-08

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»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

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. Тактические и технические параметры РЛС и РНС 2. Дальность действия РЛС и РНС в свободном пространстве. 3. Функция неопределенности одиночных сигналов. Функция неопределенности пачки сигналов. 4. Характеристики обнаружения в соответствии с критерием Неймана-Пирсона 5. Особенности методов измерения дальности (импульсный, частотный, фазовый, амплитудный) . 6. Методы пеленгования минимума, максимума, РСН, достоинства и недостатки. 7. Принцип построения следящего дальномера. 8. Измерение дальности при использовании сложных сигналов.	ПК-2.3.1
	9. Амплитудные методы измерения угловых координат. Понятие пеленгационной характеристики. 10. Пеленгация методами максимума и минимума. 11. Метод пеленгования равносигнального направления. Метод конического сканирования. 12. Автосопровождение по угловым координатам методом конического сканирования. Формирование сигнала ошибки. 13. Фазовый метод измерения угловых координат. 14. Моноимпульсные радиопеленгаторы. Обобщенная структурная схема. 15. Классификация моноимпульсных систем. 16. Амплитудная суммарно-разностная система пеленгации!	ПК-2.У.1
	17. Наблюдаемость объектов. Способы ослабления наблюдаемости объектов. 18. Методы обеспечения когерентности при обнаружении движущихся целей 19. Обеспечение когерентности в импульсных РЛС. 20. Задачи и средства радионавигации, основные навигационные элементы. 21. Физические основы радионавигации. Системы координат. 22. Обобщенная структурная схема РНС. 23. Угломерный метод определения местоположения объектов 24. Угломерно-дальномерный метод определения местоположения объектов 25. Дальномерный метод определения местоположения объектов	ПК-2.В.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	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите один правильный ответ и напишите обоснование для выбранного ответа. <i>Текст задания:</i> Выберите из перечисленных вариантов диапазонов электромагнитных волн тот, который используется в загоризонтной радиолокации. Обоснуйте выбор ответа. 1. Длинные волны. 2. Средние волны. 3. Короткие волны. 4. Ультракороткие волны.	ПК-2.3.1
2	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите один правильный ответ и напишите обоснование для выбранного ответа. <i>Текст задания:</i> Выберите из перечисленных вариантов тот параметр, который на этапе расчета дальности действия РЛС с помощью основного уравнения радиолокации можно оценить лишь приблизительно. Обоснуйте выбор ответа. 1. Излучаемая мощность. 2. Эффективная поверхность рассеяния. 3. Чувствительность. 4. Коэффициент направленного действия.	ПК-2.3.1
3	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором нескольких правильных ответов и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите не менее двух правильных ответов и напишите обоснование для выбранных ответов. <i>Текст задания:</i> Выберите из перечисленных вариантов помех те, которые можно отфильтровать в РЛС с использованием алгоритмов селекции движущихся целей. Обоснуйте выбор ответов. 1. Помехи от подстилающей поверхности. 2. Активная шумовая помеха. 3. Облако дипольных отражателей. 4. Атмосферные помехи в канале распространения.	ПК-2.3.1
4	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором нескольких правильных ответов и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите не менее двух правильных ответов и напишите обоснование для выбранных ответов. <i>Текст задания:</i> Выберите из перечисленных вариантов те задачи, которые не решаются	ПК-2.3.1

	на этапе первичной обработки радиолокационной информации. Обоснуйте выбор ответов. 1. Селекция движущихся целей. 2. Оценка траектории движения. 3. Сопровождение маневрирующей цели. 4. Межпериодная фильтрация. 5. Обнаружение цели.																					
5	Тип задания: Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность, запишите последовательность слева направо буквами латинского алфавита. <i>Текст задания:</i> Расположите в правильном порядке этапы обработки принятых сигналов в аналоговой части РЛС. A. Перенос сигнала на более низкую частоту. B. Преобразование электромагнитной волны в высокочастотный электрический сигнал. C. Усиление на промежуточной частоте. D. Усиление маломощным высокочастотным усилителем. E. Сжатие сигнала	ПК-2.3.1																				
6	Тип задания: Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, перечисленной слева буквами русского алфавита, запишите соответствующую позицию из перечисленных цифрами справа. <i>Текст задания:</i> Соотнесите названия качественных показателей РЛС с их определениями К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца: <table><tr><th colspan="2">Названия качественных показателей</th><th colspan="2">Определения качественных показателей</th></tr><tr><td>A</td><td>Разрешающая способность</td><td>1</td><td>Способность работать с большим числом объектов</td></tr><tr><td>B</td><td>Пропускная способность</td><td>2</td><td>Способность сохранять на заданном уровне тактич характеристики при заданных условиях эксплуатац</td></tr><tr><td>B</td><td>Помехозащищенность</td><td>3</td><td>Способность раздельного обнаружения и измерени или параметров движения близкорасположенных о</td></tr><tr><td>Г</td><td>Надежность</td><td>4</td><td>Способность поддерживать на заданном уровне та технические характеристики в условиях действия п</td></tr></table>	Названия качественных показателей		Определения качественных показателей		A	Разрешающая способность	1	Способность работать с большим числом объектов	B	Пропускная способность	2	Способность сохранять на заданном уровне тактич характеристики при заданных условиях эксплуатац	B	Помехозащищенность	3	Способность раздельного обнаружения и измерени или параметров движения близкорасположенных о	Г	Надежность	4	Способность поддерживать на заданном уровне та технические характеристики в условиях действия п	ПК-2.3.1
Названия качественных показателей		Определения качественных показателей																				
A	Разрешающая способность	1	Способность работать с большим числом объектов																			
B	Пропускная способность	2	Способность сохранять на заданном уровне тактич характеристики при заданных условиях эксплуатац																			
B	Помехозащищенность	3	Способность раздельного обнаружения и измерени или параметров движения близкорасположенных о																			
Г	Надежность	4	Способность поддерживать на заданном уровне та технические характеристики в условиях действия п																			
7	Тип задания: Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, перечисленной слева буквами русского алфавита, запишите соответствующую позицию из перечисленных цифрами справа. <i>Текст задания:</i> Соотнесите названия радиолокационных характеристик с их определениями. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца: <table><tr><th colspan="2">Название характеристики</th><th colspan="2">Определение характеристики</th></tr><tr><td>A</td><td>Характеристика обнаружения</td><td>1</td><td>Зависимость напряжения на выходе приемника от рассогласования измеряемого параметра</td></tr></table>	Название характеристики		Определение характеристики		A	Характеристика обнаружения	1	Зависимость напряжения на выходе приемника от рассогласования измеряемого параметра	ПК-2.3.1												
Название характеристики		Определение характеристики																				
A	Характеристика обнаружения	1	Зависимость напряжения на выходе приемника от рассогласования измеряемого параметра																			

	<table><tr><td>Б</td><td>Пеленгационная характеристика</td><td>2</td><td>Зависимость вероятности правильного обнаружения от отношения сигнал/шум при постоянной вероятности ложной тревоги.</td></tr><tr><td>В</td><td>Флюктуационная характеристика</td><td>3</td><td>Зависимость выходного напряжения приемника от направления на цель</td></tr><tr><td>Г</td><td>Дискриминационная характеристика</td><td>4</td><td>Зависимость спектральной плотности мощности флюктуаций напряжения на выходе приемника от сигнала рассогласования.</td></tr></table>	Б	Пеленгационная характеристика	2	Зависимость вероятности правильного обнаружения от отношения сигнал/шум при постоянной вероятности ложной тревоги.	В	Флюктуационная характеристика	3	Зависимость выходного напряжения приемника от направления на цель	Г	Дискриминационная характеристика	4	Зависимость спектральной плотности мощности флюктуаций напряжения на выходе приемника от сигнала рассогласования.	
Б	Пеленгационная характеристика	2	Зависимость вероятности правильного обнаружения от отношения сигнал/шум при постоянной вероятности ложной тревоги.											
В	Флюктуационная характеристика	3	Зависимость выходного напряжения приемника от направления на цель											
Г	Дискриминационная характеристика	4	Зависимость спектральной плотности мощности флюктуаций напряжения на выходе приемника от сигнала рассогласования.											
8	Тип задания: Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте вопрос. Дайте развернутый ответ. <i>Текст задания:</i> Что такое бистатическая РЛС?	ПК-2.3.1												
9	Тип задания: Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте вопрос. Дайте развернутый ответ. <i>Текст задания:</i> Перечислите основные критерии обнаружения.	ПК-2.3.1												
10	Тип задания: Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте вопрос. Дайте развернутый ответ. <i>Текст задания:</i> Какие основные задачи решают РЛС на этапе первичной обработки?	ПК-2.3.1												
11	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите один правильный ответ и напишите обоснование для выбранного ответа. <i>Текст задания:</i> Проанализируйте структуру многоканального корреляционного обнаружителя сигнала с неизвестным временем прихода при следующих исходных данных: длительность сигнала 1 мкс, диапазон рабочих дальностей РЛС 9 км. Выберите из перечисленных вариантов необходимое количество каналов обнаружения. Обоснуйте выбор ответа. 1. 40 2. 50 3. 60 4. 70	ПК-2.У.1												
12	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите один правильный ответ и напишите обоснование для выбранного ответа. <i>Текст задания:</i> Проанализируйте структуру гребенчатого фильтра подавления пассивной помехи на основе схемы однократного череспериодного вычитания при следующих условиях: дальность действия РЛС 15 км, период повторения зондирующих сигналов соответствует времени прихода сигнала с максимальной дальности. Выберите из перечисленных вариантов значение времени задержки для реализации схемы ЧПВ-1 при заданных условиях. Обоснуйте выбор ответа. 1. 500 мкс 2. 300 мкс 3. 200 мкс	ПК-2.У.1												

	4. 100 мкс	
13	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите один правильный ответ и напишите обоснование для выбранного ответа. <i>Текст задания:</i> Осуществляется компьютерное моделирование цифрового фильтра межпериодного накопления. Рассчитайте необходимый для моделирования порядок фильтра при следующих исходных данных: КИХ-фильтр с неравновесным весовым окном, ширина диаграммы направленности антенны РЛС 3 градуса, скорость вращения луча 5 оборотов в минуту, период повторения РЛС 5 мс. Выберите из перечисленных вариантов необходимый порядок фильтра. Обоснуйте выбор ответа. 1. 19 2. 20 3. 21 4. 22	ПК-2.У.1
14	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите один правильный ответ и напишите обоснование для выбранного ответа. <i>Текст задания:</i> Осуществляется компьютерное моделирование одного канала дальности азимутальной фоновой АРУ. Рассчитайте азимут, на котором закончится переходный процесс, при следующих параметрах модели: разрешающая способность по азимуту 1 градус, разрядность счетчика 6, максимальное напряжение 1 В, напряжение включения 0,25 В. Выберите из перечисленных вариантов значение азимута, при котором закончится переходный процесс. Обоснуйте выбор ответа. 1. 10 градусов 2. 12 градусов 3. 14 градусов 4. 16 градусов	ПК-2.У.1
15	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором нескольких правильных ответов и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите не менее двух правильных ответов и напишите обоснование для выбранных ответов. <i>Текст задания:</i> Проанализируйте гребенчатый фильтр накопления (ГФН) - блок в схеме оптимального обнаружителя пачки импульсов. Выберите из перечисленных вариантов возможные схемы реализации ГФН. Обоснуйте выбор ответов. 1. Рециркулятор. 2. Многоотводная линия задержки с сумматором. 3. Мультивибратор. 4. Медианный фильтр.	ПК-2.У.1
16	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором нескольких правильных ответов и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите не менее двух правильных ответов и напишите обоснование для выбранных ответов. <i>Текст задания:</i> Проанализируйте структуру обнаружителя полностью известного	ПК-2.У.1

	одиночного сигнала. Выберите из перечисленных возможные варианты реализации устройства вычисления взаимнокорреляционной функции в составе обнаружителя. Обоснуйте выбор ответов. 1. Фазовый детектор. 2. Умножитель и интегратор. 3. Смеситель 4. Согласованный фильтр.	
17	Тип задания: Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность, запишите последовательность слева направо буквами латинского алфавита. <i>Текст задания:</i> Проанализируйте структурную схему многоканальной по дальности фоновой АРУ. Расположите в правильном порядке блоки в ее составе. A. Реверсивный счетчик B. ЦАП C. Бинарный АЦП D. Устройство защиты от переполнения и обнуления E. Многоразрядный параллельный регистр F. ОЗУ	ПК-2.У.1
18	Тип задания: Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность, запишите последовательность слева направо буквами латинского алфавита. <i>Текст задания:</i> Проанализируйте блок фильтра межпериодного накопления. Расположите перечисленные варианты реализации фильтра межпериодного накопления от самого простого к самому сложному. A. КИХ-фильтр с неравновесным весовым окном. B. Групповой накопитель. C. КИХ-фильтр с прямоугольным весовым окном. D. Рециркулятор.	ПК-2.У.1
19	Тип задания: Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте вопрос. Дайте развернутый ответ. <i>Текст задания:</i> Укажите, что нужно обязательно учитывать при компьютерном моделировании блоков цифровой обработки сигналов РЛС, если результаты компьютерного моделирования предполагается использовать для аппаратной реализации указанных блоков.	ПК-2.У.1
20	Тип задания: Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте вопрос. Дайте развернутый ответ. <i>Текст задания:</i> Укажите наиболее простой способ компьютерного вычисления преобразования Гильберта при осуществлении компьютерного моделирования квадратурного детектора.	ПК-2.У.1
21	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите один правильный ответ и напишите обоснование для выбранного ответа. <i>Текст задания:</i> Решите задачу: вычислите точность определения дальности цели фазовым методом, если рабочая частота РЛС равна 1 МГц, а точность измерения	ПК-2.В.1

	разности фаз составляет 18 градусов. Выберите правильный ответ из перечисленных вариантов. Обоснуйте выбор ответа. 10 метров 15 метров 20 метров 25 метров	
22	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите один правильный ответ и напишите обоснование для выбранного ответа. <i>Текст задания:</i> Решите задачу: вычислите точность определения радиальной скорости цели методом, основанным на измерении частоты Допплера, если рабочая частота РЛС равна 1 ГГц, а точность измерения частоты равна 100 Гц. Выберите правильный ответ из перечисленных вариантов. Обоснуйте выбор ответа. 25 м/с 45 м/с 15 м/с 35 м/с	ПК-2.В.1
23	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором нескольких правильных ответов и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите не менее двух правильных ответов и напишите обоснование для выбранных ответов. <i>Текст задания:</i> Разрешающая способность по дальности в импульсной РЛС равна 150 м. Выберите из перечисленных вариантов зондирующих сигналов те, которые могут обеспечить разрешающую способность по дальности на указанном уровне или лучше. Обоснуйте выбор ответов. - Прямоугольный радиоимпульс длительностью 10 мкс - ЛЧМ-сигнал с длительностью 1 мс и базой 1000. - Прямоугольный радиоимпульс длительностью 1 мкс - ЛЧМ- сигнал с длительностью 1 мс и базой 100.	ПК-2.В.1
24	Тип задания: Задание комбинированного типа с выбором нескольких правильных ответов и обоснованием. Инструкция: прочитайте текст, выберите не менее двух правильных ответов и напишите обоснование для выбранных ответов. <i>Текст задания:</i> РЛС измеряет скорость цели импульсно-доплеровским методом, используя пачку радиоимпульсов. Рабочая частота РЛС 300 МГц. Длительность импульсов в пачке одинакова. Выберите из перечисленных вариантов пачек радиоимпульсов те, которые позволят обеспечить однозначность измерения радиальной скорости не хуже 500 м/с для удаляющихся и для приближающихся целей. Обоснуйте выбор ответов. - Длительность пачки 100 мс, период импульсов в пачке 700 мкс. - Длительность пачки 120 мс, период импульсов в пачке 100 мкс. - Длительность пачки 150 мс, период импульсов в пачке 500 мкс. - Длительность пачки 140 мс, период импульсов в пачке 800 мкс. - Длительность пачки 110 мс, период импульсов в пачке 200 мкс.	ПК-2.В.1
25	Тип задания: Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность, запишите	ПК-2.В.1

	последовательность слева направо буквами латинского алфавита. <i>Текст задания:</i> Оцените дальность действия РЛС с использованием основного уравнения радиолокации. Расположите следующие РЛС в порядке возрастания дальности действия: А. МРЛС «ДОН-2НР» В. МРЛК «КОНТУР10-С», С. БРЛС«Жук-АЭ», D. АРЛК «Зоопарк-2»																					
26	Тип задания: Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность, запишите последовательность слева направо буквами латинского алфавита. <i>Текст задания:</i> Расположите в порядке возрастания ЭПР перечисленные объекты, если все объекты имеют одинаковый основной геометрический размер, а ЭПР оценивается для длины волны, которая много меньше размера объектов. А. Круглая пластина В. Треугольный уголкового отражатель С. Полуволновый вибратор D. Прямоугольный уголкового отражатель Е. Металлический шар	ПК-2.В.1																				
27	Тип задания: Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, перечисленной слева буквами русского алфавита, запишите соответствующую позицию из перечисленных цифрами справа. <i>Текст задания:</i> Соотнесите основные качественные показатели РЛС и технические характеристики РЛС, которые на них влияют, при прочих равных условиях К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца: <table><tr><th colspan="2">Качественные показатели</th><th colspan="2">Технические характеристики</th></tr><tr><td>А</td><td>Разрешающая способность по дальности</td><td>1</td><td>Рабочая частота</td></tr><tr><td>Б</td><td>Разрешающая способность углу</td><td>2</td><td>Отношение сигнал/шум</td></tr><tr><td>В</td><td>Дальность действия</td><td>3</td><td>Длительность зондирующего импульса</td></tr><tr><td>Г</td><td>Вероятность правильного обнаружения</td><td>4</td><td>Излучаемая мощность</td></tr></table>	Качественные показатели		Технические характеристики		А	Разрешающая способность по дальности	1	Рабочая частота	Б	Разрешающая способность углу	2	Отношение сигнал/шум	В	Дальность действия	3	Длительность зондирующего импульса	Г	Вероятность правильного обнаружения	4	Излучаемая мощность	ПК-2.В.1
Качественные показатели		Технические характеристики																				
А	Разрешающая способность по дальности	1	Рабочая частота																			
Б	Разрешающая способность углу	2	Отношение сигнал/шум																			
В	Дальность действия	3	Длительность зондирующего импульса																			
Г	Вероятность правильного обнаружения	4	Излучаемая мощность																			
28	Тип задания: Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, перечисленной слева буквами русского алфавита, запишите соответствующую позицию из перечисленных цифрами справа. <i>Текст задания:</i> Соотнесите название решения, которое принимает пороговый обнаружитель в приемном тракте РЛС, решая задачу обнаружения, с ситуацией, которой соответствует принятое решение. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца: <table><tr><th>Название решения</th><th>Ситуация</th></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	Название решения	Ситуация			ПК-2.В.1																
Название решения	Ситуация																					

	А	Правильное обнаружение	1	Цель есть, принято решение, что цели нет.	
	Б	Правильное неопределение	2	Цель есть, принято решение, что цель есть.	
	В	Ложная тревога	3	Цели нет, принято решение, что цели нет.	
	Г	Пропуск цели	4	Цели нет, принято решение, что цель есть	
29	Тип задания: Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте вопрос. Дайте развернутый ответ. <i>Текст задания:</i> Сравните характеристики обнаружения полностью известного сигнала и сигнала с неизвестной начальной фазой.				ПК-2.В.1
30	Тип задания: Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: прочитайте вопрос. Дайте развернутый ответ. <i>Текст задания:</i> Во сколько раз необходимо увеличить энергетический потенциал РЛС для увеличения дальности действия РЛС в 2 раза? Дайте ответ в безразмерных единицах и в дБ, округлив ответ в дБ до целого значения по правилам округления.				ПК-2.В.1

Примечание: при оценивании тестов применяется следующая система оценивания.

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.

Целью дисциплины является – изучение современных радиолокационных систем, в основу функционирования которых положены принципы формирования и приема локационных сигналов радиотехническими устройствами.

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:

- Постановка задачи;
- Основные сведения по теме лекции;
- Результаты и выводы.

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 обработки радиолокационных сигналов с простыми и сложными сигналами.

11.3. 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.

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных

изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

11.4. 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 включает в себя:

- контроль посещаемости
- устный опрос по материалам лекций;
- устный опрос по практическим занятиям и защита отчетов.

11.5. 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 – форму 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».

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