

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

«Теоретические основы радионавигации»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические системы радиолокации и радионавигации
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 «Теоретические основы радионавигации» 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 освоением основных методов передачи, приема и обработки радионавигационных сигналов; методов обеспечения основных характеристик радионавигационных систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, 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 8 зачетных единиц, 288 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями преподавания дисциплины является освоение студентами основ теории радионавигации с применением радиотехнических систем, формирования практических навыков оценки их показателей эффективности на этапе проектирования с использованием стандартных пакетов прикладных программ и самостоятельно разработанных программных продуктов.

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:

- «Статистическая радиотехника»,
- «Теоретические основы радиолокации»,
- "Устройства приема и обработки сигналов" и др.

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

- «Спутниковые системы навигации», и др, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

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	
		№9	№10
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	8/ 288	6/ 216	2/ 72
Из них часов практической подготовки	20	10	10
Аудиторные занятия, всего час.	38	20	18
в том числе:			
лекции (Л), (час)	18	10	8
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	20	10	10
лабораторные работы (ЛР), (час)			
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	9	9	
Самостоятельная работа, всего (час)	241	187	54
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз., Дифф. Зач.	Экз.	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)
Семестр 9					
Раздел 1.	2	2			60
Раздел 2.	4	4			63
Раздел 3.	4	4			64
Раздел 1.	2	2			60
Итого в семестре:	10	10			187
Семестр 10					

Раздел 4.	4	6			26
Раздел 5.	4	4			28
Итого в семестре:	8	10			54
Итого	18	20	0	0	241

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	Введение. Задачи и средства радионавигации. Основные навигационные элементы. Системы координат. 1. Методы определения местоположения Счисление пути. Навигация по геофизическим полям Земли.
2	2. РНС с опорными сигналами Классификация и особенности позиционных РНС. Точность определения линий положения. Точность определения местоположения на плоскости и в пространстве. Рабочие зоны РНС. Геометрический фактор. Влияние условий распространения радиоволн на параметры РНС.
3	3. Спутниковые РНС 4. Общие особенности глобальных РНС. Особенности построения спутниковых РНС (СРНС). Определение местоположения и скорости потребителя. Навигационный сигнал. Аппаратура потребителей СРНС. Факторы, влияющие на точность СРНС. Дифференциальный режим СРНС.
4	5. Автономные РНУ и РНС 6. Радиовысотомеры. Доплеровские измерители скорости. Система навигации по рельефу и по картам местности
5	7. Комплексы РНС Принцип комплексирования радиотехнических и нерадитехнических измерителей. Примеры комплексных РНС. Заключение Современное состояние и перспективы развития РЛС и РНС. 8.

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 9					
1	Методы определения местоположения	Решение задач	2	2	1
2	Точность определения местоположения на плоскости и в пространстве	Решение задач	2	2	2
3	Рабочие зоны РНС. Геометрический фактор	Решение задач	2	2	2
4	Структура навигационного сигнала СРНС	Решение задач	2	2	3
5	Дифференциальный режим СРНС.	Решение задач	2	2	3
Семестр 10					
10	Радиовысотомеры	Решение задач	2	2	4
11	Допплеровские измерители скорости	Решение задач	2	2	4
12	Система навигации по рельефу и по картам местности	Решение задач	2	2	4
13	Комплексирование радиотехнических и нерадиотехнических измерителей	Решение задач	4	4	5
Всего			20	20	

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 9, час	Семестр 10, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	210	170	40
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)	31	17	14
Всего:	241	187	54

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)
6Ф2.01.391.4 С66	Сосулин Ю.Г. Теория обнаружения и оценивания стохастических сигналов. – М.: Сов. Радио, 1978.	4
	Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы.-М.: Радио и связь, 1994. –296с.	
	3. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 4-е перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2010	

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

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	Мультимедийная лекционная аудитория	22-03

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.
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"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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 РНС	ПК-1.У.1
2.	Дальность действия РНС в свободном пространстве.	ПК-3.3.1
3.	Задачи и средства радионавигации, основные навигационные элементы.	ПК-4.В.1
4.	Физические основы радионавигации. Системы координат.	ПК-1.У.1
5.	Обобщенная структурная схема РНС.	ПК-1.У.1
6.	Пеленгационные методы позиционирования (АРК-15)	ПК-1.У.1
7.	Измерение дальности при использовании сложных сигналов (СРНС)	ПК-1.У.1

8.	Особенности методов измерения координат в дальномерных РНС (СРНС).	ПК-1.У.1
9.	Угломерно-дальномерный метод определения местоположения объектов	ПК-1.У.1
10.	Принцип действия спутниковых РНС «ГЛОНАСС»	ПК-1.У.1
11.	Метод пеленгования равносигнального направления и минимума в системах посадки .	ПК-1.У.1
12.	Фазовый метод измерения дальности в импульсно-фазовых РНС.	ПК-1.У.1
13.	Метод измерения координат в разностно-дальномерных РНС	ПК-4.В.1
14.	Влияние помех на точность позиционирования в региональных РНС	ПК-4.В.1
15.	Угломерный метод определения местоположения объектов в системах посадки.	ПК-4.В.1
16.	Суммарно-дальномерный метод определения местоположения объектов	ПК-4.В.1
17.	Разностно-дальномерный метод определения местоположения объектов РСДН «Омега».	ПК-4.В.1
18.	Формат навигационного сигнала спутниковых РНС	ПК-4.В.1
19.	Порядок обработки сигнала СРНС для измерения его скорости	ПК-4.В.1
20.	Особенности алгоритма обработки результатов измерения в НАП спутниковой РНС	ПК-4.В.1
21.	Основные элементы аппаратуры потребителя СРНС и их функции	ПК-4.В.1
22.	25. Идентификация НИСЗ в спутниковых РНС	ПК-3.3.1
23.	26. Выбор в НАП оптимального (рабочего) созвездия НИСЗ	ПК-3.3.1
24.	27. Измерение дальности в НАП спутниковой РНС.	ПК-3.3.1
25.	Содержание служебной информации СРНС.	ПК-3.3.1

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
1.	1. Что составляет основу систем глобальной навигации?	ПК-1.У.1
2.	Какие преимущества имеет многопозиционное построение СРНС?	ПК-3.3.1
3.	Какова функция эталона времени аппаратуры потребителя пассивной дальномерной РНС?	ПК-4.В.1
4.	Какая относительная стабильность частоты требуется в дальномерной, квазидальномерной и разностно-дальномерной РНС?	ПК-3.3.1
5.	Почему с практической точки зрения разностно-дальномерные системы считаются менее удобными, чем дальномерные?	ПК-3.3.1

6.	Каковы особенности определения местоположения потребителя в спутниковых РНС?	ПК-3.3.1
7.	Назовите функции подсистем СРНС.	ПК-3.3.1
8.	Что необходимо для того, чтобы считать спутник РНТ?	ПК-3.3.1
9.	Какие требования предъявляются к орбитам НИСЗ?	ПК-3.3.1
10.	Какой порядок имеет значение мощности принимаемого сигнала в СРНС?	ПК-3.3.1
11.	За счет чего достигается сравнительно высокое значение отношения мощностей сигнала и шума в АП спутниковых РНС?	ПК-4.В.1
12.	Из каких соображений выбирают несущие частоты сигналов СРНС?	ПК-4.В.1
13.	Какие требования предъявляются к сигналам спутника СРНС?	ПК-4.В.1
14.	Что собой представляет дальномерный код?	ПК-4.В.1
15.	Из каких соображений выбирают параметры дальномерного кода?	ПК-4.В.1

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
	<p>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>1. Можно ли синтезировать обнаружитель сигнала с вероятностью правильного обнаружения $D = 1$.</p> <p>1. Нельзя.</p> <p>2. Можно в некоторых случаях.</p> <p>3. Можно всегда.</p> <p>Ответ: 3. Вероятность правильного обнаружения – условная вероятность события, когда выносится решение «сигнал есть» при условии, что в принимаемом сигнале он присутствует. Поэтому, если вне зависимости от присутствия или отсутствия сигнала в принимаемом сигнале всегда выносить решение «сигнал есть», то вероятность правильного обнаружения будет равна 1. При этом и вероятность ложной тревоги тоже всегда будет равна 1.</p>	

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

1. Выберите факторы влияющие на точность измерения дальности импульсным методом при использовании простого сигнала. Обоснуйте выбор ответов.

1. Несущая частота импульса.
2. Ширина полосы частот, занимаемая спектром импульса.
3. Поляризация сигнала.
4. Длительность импульса.
5. Средняя мощность шума в приемном тракте.

Ответ: 2, 4, 5. Точность оценки времени задержки определяется отношением сигнал/шум и эффективной шириной полосы сигнала. При простом сигнале длительность импульса обратно пропорциональна ширине спектра. Поэтому факторы 2, 4 и 5 влияют на точность оценки дальности.

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.

1. Установите соответствие между методами измерения радионавигационных параметров и уравнениями для потенциальной точности их оценивания.¹⁾

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	$\sigma = \frac{c}{\Delta \Omega q}$

Ответ: А4, Б1, В3, Г2

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности

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

1. Три радионавигационные точки расположены на окружности в вершинах равнобедренного треугольника с углом при вершине

α . Стоящие в точках приемные станции с одинаковой точностью измеряют дальность. Расположите радионавигационные системы в порядке увеличения точности оценки местоположения объекта, находящегося в центре окружности.

А – $\alpha = 0.1 \cdot \pi$.

Б – $\alpha = 0.2 \cdot \pi$.

В – $\alpha = 0.3 \cdot \pi$.

Г – $\alpha = 0.4 \cdot \pi$.

Д – $\alpha = 0.5 \cdot \pi$.

Ответ: АБДГВ

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

1. Определите доплеровские сдвиги частот сигналов, принимаемых в каналах двухлучевого ДИСС, если: а) воздушная скорость воздушного судна $V = 720$ км/ч; б) скорость ветра $U = 40$ м/с; в) направление бокового ветра составляет $\theta = 90^\circ$ относительно продольной оси; г) угол наклона луча антенны относительно горизонта $\gamma = 30^\circ$; д). лучи расположены симметрично относительно оси воздушного судна под углом $\alpha = 90^\circ$ друг к другу; е). рабочая частота ДИСС $f_0 = 9$ ГГц.

Решение:

$$\begin{cases} \mathbf{e}_1 = \left[\cos \frac{\alpha}{2} \cos \gamma, -\sin \gamma, -\sin \frac{\alpha}{2} \cos \gamma \right] \\ \mathbf{e}_2 = \left[\cos \frac{\alpha}{2} \cos \gamma, -\sin \gamma, \sin \frac{\alpha}{2} \cos \gamma \right] \end{cases}$$

$$\mathbf{W} = [V, 0, U]$$

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

Ответ: $F_{Д1} = 5.878$ кГц, $F_{Д2} = 8.818$ 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
1.	Показать ЛП дальномерного-дальномерного метода, оценить точность их определения по соотношению сигнал/шум на заданной дальности, длительности импульса ($D=100$ км, $\tau_{\text{и}}=1$ мкс, $q=20$ дБ)
2.	Показать ЛП угломерного-дальномерного метода, оценить точность по СКО измерения КУР на заданной дальности, длительности импульса (РНС «Гроза», $\theta = 4$ град, $q = 20$ дБ, $\tau_{\text{и}} = 1$ мкс, $D = 200$ км)
3.	Показать ЛП угломерного-угломерного метода, оценить их точность по ширине ДНА и соотношению S/N на заданной дальности (РНС АРК-15, $\sigma_{\alpha} = 2$ град, $q = 10$ дБ, $D=100$ км)
4.	Показать рабочую зону дальномерного-дальномерного метода, оценить точность определения МП по длительности импульса, соотношению сигнал/шум на заданной дальности ($\psi_{\text{ЛП}} = 45$ град, $D_{\text{рнт1}} = D_{\text{рнт2}} = 100$ км, $\tau_{\text{и}}=1$ мкс, $q=20$ дБ)
5.	Показать рабочую зону угломерного-угломерного метода, оценить точность определения МП по ширине ДНА на заданной дальности (РНС АРК-15, $\sigma_{\alpha} = 2$ град, $\psi_{\text{ЛП}} = 30$ град, $D_{\text{рнт1}} = D_{\text{рнт2}} = 100$ км).
6.	Показать рабочую зону дальномерного-дальномерного метода с СКО требуемой равной $2\sigma_{\text{мп.мин}}$ (центра рабочей зоны), оценить точность определения по времени задержки сигнала и соотношению сигнал/шум на заданной дальности ($D_{\text{рнт1}} = D_{\text{рнт2}} = 200$ км, $\tau_{\text{и}}=1$ мкс, $q=15$ дБ)

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.

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.

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.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

11.4. 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.

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 – 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».
- 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