

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» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические методы в радиотехнике»

(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

5

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

К.т.н., доцент

(должность, уч. степень, звание)



11.02.2025

(подпись, дата)

Ю.В.Бакшеева

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

«11» февраля 2025 г , протокол № 2

Заведующий кафедрой № 22

к.т.н.

(уч. степень, звание)



11.02.2025

(подпись, дата)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)



11.02.2025

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Математические методы в радиотехнике» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы и их эксплуатация». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-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»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными направлениями математической теории радиотехнических систем (РТС): теорией случайных величин и процессов; математическими моделями сигналов и помех в радиотехнических системах; методами теории различения, обнаружения и оценивания параметров сигналов; структурами оптимальных обнаружителей, различителей и их качественными показателями; основами статистической теории измерения параметров сигналов радиотехнических систем; разрешением сигналов; сложными сигналами.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Дисциплина «Математические методы в радиотехнике» должна обеспечить получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области радиотехники, а также, создавать необходимую базу для успешного овладения последующими специальными дисциплинами учебного плана. Она должна способствовать развитию творческих способностей студентов, умению формулировать и решать задачи изучаемой специальности, умению творчески применять и самостоятельно повышать уровень своих знаний.

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-1.3.1 знать методы и программные средства моделирования аппаратной части ПК-1.У.1 уметь строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем ПК-1.В.1 владеть навыками компьютерного моделирования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика (разделы: теория электричества и магнетизма)»;
- «Высшая математика и спецразделы математики (разделы: дифференциальное и интегральное исчисление, теория вероятностей и математическая статистика)»;
- «Информатика и программирование»;
- «Основы теории цепей»;
- «Радиотехнические цепи и сигналы».

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

- «Многофункциональные РЛС»,
- «Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы»,
- «Адаптивные радиотехнические системы».

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	57	57
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Методы описания сигналов и помех. Тема 1.1 Основные характеристики одномерных случайных величин. Основные модельные распределения вероятности. Характеристики детерминированных сигналов. Тема 1.2 Пространства сигналов. Скалярное произведение векторов. Представления n-мерных векторов. Дискретное преобразование Фурье. Тема 1.3 Основные характеристики совокупности случайных величин. Условные распределения. Сходимость последовательности случайных	5	11			19

<p>величин.</p> <p>Тема 1.4 Ортогональные разложения случайного процесса. Преобразование Карунена-Лоэва. Классификация случайных процессов. Тема 1.5 Динамические модели случайных процессов. Процессы авторегрессии и скользящего среднего. Тема 1.6 Моментно-кумулянтное описание случайных величин и процессов. Спектры и полиспектры. Кепстральный анализ. Тема 1.7 Модели взаимодействия сигналов и помех: аддитивно- мультипликативное взаимодействие. Динамические модели. Уравнения состояния и наблюдения.</p>					
<p>Раздел 2. Статистическая теория обнаружения и различения сигналов.</p> <p>Тема 2.1 Формулировка задач оптимального обнаружения и различения. Основные элементы задачи обнаружения и условно-экстремальные критерии обнаружения. Тема 2.2 Функция правдоподобия и отношение правдоподобия. Рабочие характеристики обнаружения и характеристики обнаружения сигналов на фоне помех. Дефлексия решающей статистики и отношение сигнал/шум на выходе. Тема 2.3 Обнаружение сдвига и изменения масштаба гауссовского распределения. Задача оптимального разнесения в системе связи или оптимальной энергии в импульсе. Тема 2.4 Общая задача различения многомерных гауссовских распределений. Обнаружение изменения масштаба экспоненциального и релеевского распределений. Обнаружение изменения параметра распределения Пуассона. Тема 2.5 Различение негауссовских распределений: логнормального и экспоненциального, экспоненциального и релеевского. Различение двух распределений из семейства Вейбулла. Тема 2.6 Обнаружение и различение квазидетерминированных сигналов на фоне гауссовского шума.</p>	5	11			19

Раздел 3. Оценивание параметров и фильтрация сигналов радиотехнических систем. Тема 3.1 Постановка задачи оценивания и фильтрации сигналов. Основные элементы задачи оценивания. Теорема ортогонального проецирования в n-мерном пространстве. Тема 3.2 Линейная фильтрация по максимуму отношения сигнал/шум. Фильтр Норса и согласованный фильтр. Тема 3.3 Линейная фильтрация по минимуму среднего квадрата ошибки. Фильтр Винера. Рекуррентная фильтрация. Линейный фильтр Калмана. Тема 3.4 Фильтрация по методу наименьших квадратов. Оценивание и фильтрация по методу максимального правдоподобия. Тема 3.5 Байесовская фильтрация. Методы нелинейной фильтрации. Стохастическая аппроксимация.	7	12			19
Итого в семестре:	17	34			57
Итого	17	34	0	0	57

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
Раздел 1. Методы описания сигналов и помех.	Тема 1.1 Основные характеристики одномерных случайных величин. Основные модельные распределения вероятности. Характеристики детерминированных сигналов. Тема 1.2 Пространства сигналов. Скалярное произведение векторов. Представления n-мерных векторов. Дискретное преобразование Фурье. Тема 1.3 Основные характеристики совокупности случайных величин. Условные распределения. Сходимость последовательности случайных величин. Тема 1.4 Ортогональные разложения случайного процесса. Преобразование Карунена-Лозва. Классификация случайных процессов. Тема 1.5 Динамические модели случайных процессов. Процессы авторегрессии и скользящего среднего. Тема 1.6 Моментно-кумулянтное описание случайных величин и процессов. Спектры и полиспектры. Кепстральный анализ. Тема 1.7 Модели взаимодействия сигналов и помех:

	аддитивно- мультипликативное взаимодействие. Динамические модели. Уравнения состояния и наблюдения
Раздел 2. Статистическая теория обнаружения и различения сигналов.	<p>Тема 2.1 Формулировка задач оптимального обнаружения и различения. Основные элементы задачи обнаружения и условно-экстремальные критерии обнаружения.</p> <p>Тема 2.2 Функция правдоподобия и отношение правдоподобия. Рабочие характеристики обнаружения и характеристики обнаружения сигналов на фоне помех. Дефлексия решающей статистики и отношение сигнал/шум на выходе.</p> <p>Тема 2.3 Обнаружение сдвига и изменения масштаба гауссовского распределения. Задача оптимального разнесения в системе связи или оптимальной энергии в импульсе.</p> <p>Тема 2.4 Общая задача различения многомерных гауссовских распределений. Обнаружение изменения масштаба экспоненциального и релеевского распределений. Обнаружение изменения параметра распределения Пуассона.</p> <p>Тема 2.5 Различение негауссовских распределений: логнормального и экспоненциального, экспоненциального и релеевского. Различение двух распределений из семейства Вейбулла.</p> <p>Тема 2.6 Обнаружение и различение квазидетерминированных сигналов на фоне гауссовского шума.</p>
Раздел 3. Оценивание параметров и фильтрация сигналов радиотехнических систем.	<p>Тема 3.1 Постановка задачи оценивания и фильтрации сигналов. Основные элементы задачи оценивания. Теорема ортогонального проецирования в n-мерном пространстве.</p> <p>Тема 3.2 Линейная фильтрация по максимуму отношения сигнал/шум. Фильтр Норса и согласованный фильтр.</p> <p>Тема 3.3 Линейная фильтрация по минимуму среднего квадрата ошибки. Фильтр Винера. Рекуррентная фильтрация. Линейный фильтр Калмана.</p> <p>Тема 3.4 Фильтрация по методу наименьших квадратов. Оценивание и фильтрация по методу максимального правдоподобия.</p> <p>Тема 3.5 Байесовская фильтрация. Методы нелинейной фильтрации. Стохастическая аппроксимация.</p>

#### 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 5					
1	Описание сигналов и помех	Занятия по моделированию	11	11	1
2	Обнаружение и	Занятия по	11	11	2



	различение сигналов	моделированию			
3	Оценивание параметров и фильтрация сигналов	Занятия по моделированию	12	12	3
Всего			34	34	

#### 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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	17	17
Всего:	57	57

### 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)
УДК 621.371 ББК 32.084я73 В67  ISBN 978-5-8088-1273-4	Волков В.Ю. Обнаружение и различение сигналов в радиотехнических системах: учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2018. – 128 с.	45
УДК 621.369 ББК 32.973.26 – 018.2я73 В72  ISBN 978-5-8088-1273-4	Волков В.Ю. Моделирование и обработка сигналов и полей в радиотехнических задачах. – СПб.: ГУАП, 2020. – 137 с	45
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
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.: с. 605 (10 назв.).	58

## 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://studopedia.ru">http://studopedia.ru</a>	Студопедия
<a href="http://www.technicalvision.ru">http:// www. technicalvision.ru</a>	Техническое зрение
<a href="http://ibooks.ru">http://ibooks.ru</a> <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	Литература

## 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	

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

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

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

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Задачи приема и обработки сигналов. Основные элементы анализа и синтеза алгоритмов обработки.	ПК-1.3.1
2	Функция правдоподобия и отношение правдоподобия	ПК-1.У.1
3	Постановка задачи обнаружения. Основные критерии обнаружения. РХП и характеристики обнаружения	ПК-1.В.1
4	Постановка задачи оценивания параметров и фильтрации сигнала на фоне помехи. Критерии качества фильтрации	ПК-1.У.1

5	Задача оптимального разнесения в системе связи или оптимальной энергии в импульсе	ПК-1.У.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
1	Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа. <b>Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите один правильный ответ и запишите его номер. Дайте обоснование.</b> <b>Вопрос:</b> выберите из представленных вариантов закон, определяющий способы вычисления энергии сигнала. 1) Закон Гиббса 2) Равенство Парсевала 3) Закон Рэлея-Райса 4) Равенство Бесселя	ПК-1
2	Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов. <b>Инструкция: Прочитайте вопрос, выберите несколько правильных ответов и запишите их номера. Дайте обоснование.</b> <b>Вопрос:</b> какие из перечисленных преобразований над входными сигналами можно использовать для спектрального анализа сигналов: 1) преобразование Меллина 2) преобразование Фурье 3) преобразование Гильберта 4) вэйвлет-преобразование 5) дискретное преобразование Фурье	
3	Задание закрытого типа на сопоставление. <b>Инструкция: Прочитайте вопрос и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.</b> <b>Вопрос:</b> сопоставьте линейные преобразования над сигналами и результаты этих преобразований. 1. Преобразование Фурье 2. Преобразование Лапласа 3. Преобразование Гильберта 4. Преобразование Меллина а. Аналитический сигнал б. Функция, инвариантная к изменению масштаба с. Спектр сигнала d. Операторная функция	
4	Задание закрытого типа на установление последовательности <b>Инструкция: Прочитайте вопрос и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</b>	

	<b>Вопрос:</b> Расположите пибречисленные временные окна в порядке уменьшения уровня боковых лепестков в их спектрах: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) Окно Кайзера</li> <li>• 2) Прямоугольное окно</li> <li>• 3) Окно Хэмминга</li> <li>• 4) Окно Ханна</li> <li>• 5) Окно Бартлетта</li> </ul>	
5	Задание открытого типа. <b>Инструкция:</b> Прочитайте вопрос, запишите развернутый ответ. <b>Вопрос:</b> Перечислите основные свойства преобразования Фурье?	

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

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

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

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

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

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

Структура предоставления лекционного материала:

- Постановка задачи;
- Модель процесса или поля;
- Критерий обнаружения или различения;
- Метод и алгоритм обработки;
- 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

*контроль посещаемости*, который состоит в начислении баллов по следующему принципу: посещаемость менее 80% - 0 баллов, 80-85% - 3 балла, 86 – 95% - 4 балла, 96-100% - 5 баллов.

- *выполнение двух практических заданий*, оценки за которые по четырехбалльной шкале выставляется по следующим критериям:

- ✓ «отлично» - вопрос раскрыт полностью, задача решена правильно;
  - ✓ «хорошо» - вопрос раскрыт не полностью, задача решена частично;
  - ✓ «удовлетворительно» - в ответе на вопрос имеются существенные ошибки; задача не решена или решена неправильно, ход решения правильный;
- «неудовлетворительно» - отсутствует ответ на вопрос или содержание ответа не совпадает

### 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.

- контроль посещаемости (не менее 80% занятий)
- выполнение трех лабораторных работ, оценка за которые выставляется по системе «зачет/незачет»;

Примерные вопросы для контроля знаний при выполнении лабораторных работ:

1. Обнаружение изменения масштаба экспоненциального распределения при неизвестной интенсивности помехи
2. Структура и характеристики обнаружителя с порогом по среднему в экспоненциальном шуме
3. Структура и характеристики обнаружителя с порогом по максимуму в экспоненциальном шуме
4. Обнаружение сдвига гауссовского распределения при неизвестной интенсивности помехи
5. Обнаружение сигнала в логарифмически нормальной помехе
6. Граница Крамера-Рао для дисперсии несмещенной оценки параметра



## 7. Структура измерителя временного запаздывания импульса в шуме Структура измерителя частоты радиосигнала

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:

– 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».

Требования к дифференцированному зачету:

- Наличие экзаменационных билетов, содержащих два вопроса.
- Предоставление студенту времени для подготовки к ответам.
- Ответы на вопросы осуществляются в устной форме с пояснениями на бумаге или на доске.

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