

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

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» июня 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы статистического синтеза и анализа радиотехнических систем»  
(Наименование дисциплины)

Код специальности	2.2.16.
Наименование научной специальности	Радиолокация и радионавигация
Наименование направленности (профиля) (при наличии)	
Год начала реализации программы	2022

Санкт-Петербург– 2022

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

  
(подпись, дата)

С.С. Поддубный  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

«21» июня 2022 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 22

к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Поваренкин  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за программу 2.2.16.

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

  
(подпись, дата)

Ю.В. Бакшеева  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

  
(подпись, дата)

О.Л. Балышева  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Методы статистического синтеза и анализа радиотехнических систем» входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.2.16. «Радиолокация и радионавигация». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов статистического синтеза и анализа радиотехнических систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа обучающегося.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1 Цели преподавания дисциплины является изучение методов статистического синтеза и анализа радиотехнических систем.

1.2 Дисциплина входит в состав программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

1.3 В результате изучения дисциплины аспирант должен:

### **знать:**

- задачи, которые требуется решать радиотехническими системами (РТС);
- модели излучаемых сигналов в РЛС, РНС и системах связи;
- модели локационных и связных каналов;
- модели помех РТС;
- критерии качества, используемые для сравнения алгоритмов работы РТС;

### **уметь:**

- корректно поставить задачу для синтеза оптимального алгоритма обработки сигналов в РТС;
- выполнять синтез оптимальных алгоритмов обработки сигналов в РТС;
- находить подоптимальные алгоритмы обработки по синтезированным оптимальным;

### **владеть:**

- методами анализа эффективности оптимальных и подоптимальных алгоритмов обработки сигналов в РТС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Перспективные методы обработки информации в РТС»;
- «Помехоустойчивость радиотехнических систем»;
- «Системы связи с подвижными объектами»;
- «Спутниковые радионавигационные системы»;
- «Пространственно-временная обработка радиосигналов»;
- «Радиотехнические системы передачи информации»;
- «Статистическая радиотехника».

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

- «Радиолокация и радионавигация».

## 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, ЗЕ/ (час)	1/ 36	1/ 36
Из них часов практической подготовки, (час)		
Аудиторные занятия, всего час.	7	7
в том числе:		
лекции (Л), (час)	7	7
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	29	29
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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)	СРС (час)
Семестр 1			
Раздел 1. Модели полезных и помеховых сигналов Тема 1.1. – Классификация полезных сигналов, требования к моделям, математические формы записи моделей полезных сигналов. Тема 1.2 – Классификация помеховых сигналов, математические формы записи моделей помеховых сигналов. Тема 1.3. – Модели одиночных принимаемых сигналов и пачек импульсов.	1		4

<p>Раздел 2. – Обнаружение радиосигналов.  Тема 2.1. – Классификация задач обнаружения.  Тема 2.2. – Критерии качества в задаче обнаружения, оптимальный алгоритм работы обнаружителя.  Тема 2.3. – Обнаружение одиночного импульсного сигнала с полностью известными параметрами принимаемого на фоне белого шума, эффективность работы обнаружителя.  Тема 2.4. – Обнаружение одиночного импульсного сигнала с полностью известными параметрами принимаемого на фоне окрашенного шума, выбор излучаемого сигнала.  Тема 2.5. – Обнаружение одиночного импульсного сигнала принимаемого на фоне белого шума с неизвестными неинформационными параметрами, общая постановка.  Тема 2.6. – Обнаружение одиночного импульсного сигнала принимаемого на фоне белого шума с неизвестными неинформационными и информационными параметрами.  Тема 2.7. – Обнаружение пачек импульсных сигналов.</p>	3		10
<p>Раздел 3. Оценка параметров принимаемых сигналов.  Тема 3.1. – Постановка задачи оценивания, общие сведения.  Тема 3.2. – Критерий Байеса в задаче оценивания параметров, функция потерь.  Тема 3.3. – Не байесовские критерии оценивания, метод максимального правдоподобия (МП).  Тема 3.4. – МП оценка неэнергетического параметра</p>	3		15
Итого в семестре:	7		29
Итого	7	0	29

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
<b>1</b>	<p>Модели полезных и помеховых сигналов.  Математические представления полезных сигналов. Модели одиночных принимаемых сигналов. Модели пачек</p>

	принимаемых сигналов. Разрешающая способность , классификация помех и их математические модели.
2	Обнаружение радиосигналов. Классификация задач обнаружения. Критерии качества в задачах обнаружения и различения . Отношение правдоподобия. Синтез и анализ алгоритмов обнаружения для различных моделей сигналов на фоне белого гауссова шума. Корреляционная и фильтровая обработки. Характеристики обнаружения. Различение сигналов в системах связи и телекоммуникации. Обнаружение сигналов принимаемых на фоне окрашенного шума.
3	Оценка параметров принимаемых сигналов. Критерий Байеса, байесовские оценки при квадратичной и простой функциях потерь, варианты их реализации. Оценки максимального правдоподобия и их свойства. Приближенные методы синтеза алгоритмов максимального правдоподобия оценивания скалярных и векторных параметров сигнала. Дискриминаторы. Потенциальная точность оценивания координатных параметров.

#### 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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	29	29
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	29	29

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 7.

Таблица 7– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.396.9 У82	Устройства выделения локационных сигналов из помех [Текст] / ред. : А. П. Лукошкин. - Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. - 230 с. : рис. - Библиогр.: с. 223 - 228 (116 назв.).	7
621.391 023	Обработка сигналов в радиотехнических системах: Учебн. Пособие / Далматов А.Д., Елисеев А.А., Лукошкин А.П., Оводенко А.А., Устинов Б.В.; Под ред. А.П. Лукошкина.-Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. 400 с.	25
621.391 М 16	Сложные сигналы. : учебно-методическое пособие / П.В. Маковецкий, А.Г. Охонский, С.С. Поддубный:-С.-Петербург. Гос.университет аэрокосмического приборостроения.-СПб.: Изд-во ГУАП 2010.-72с.: рис.-Библиогр.: с. 70 (7 назв.).- ISBN 978-5-8088-0564-4: Б.ц.-Текст: непосредственный	56

7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 9.



Таблица 9 – 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 10.

Таблица 10– 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 11.

Таблица 11 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	22-02

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов.

10.2. В качестве критериев оценки уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплине обучающимися применяется 5-балльная шкала оценивания, которая приведена в таблице 13. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 13 – Критерии оценки уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплине

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплины
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	1. Задачи решаемые РТС.
	2 Математические модели полезных сигналов.
	3 Модели принимаемых импульсных сигналов, одиночных и пачек.
	4 Критерии качества в задаче обнаружения.
	5 Корреляционный обнаружитель одиночного импульсного сигнала с полностью известными параметрами: дискретная обработка.
	6 Корреляционный обнаружитель одиночного импульсного сигнала с полностью известными параметрами: аналоговая обработка.
	7 Обнаружитель одиночного импульсного сигнала с полностью известными параметрами на согласованном фильтре.
	8 Частотная характеристика согласованного фильтра.
	9 Форма сигнала на выходе согласованного фильтра и коррелятора.
	10 Характеристики обнаружения сигнала с полностью известными параметрами.
	11 Принцип построения обнаружителей квазидетерминированных сигналов с неизвестными параметрами.

12	Обнаружитель одиночного импульсного сигнала с неизвестной начальной фазой.
13	Характеристики обнаружения сигнала с неизвестной начальной фазой.
14	Обнаружитель одиночного импульсного сигнала с неизвестной начальной фазой и интенсивностью.
15	Характеристики обнаружения сигнала с неизвестной начальной фазой и интенсивностью.
16	Обнаружитель одиночного импульсного сигнала с неизвестными неинформационными и информационными параметрами.
17	Обнаружение когерентных пачек импульсных сигналов.
18	Обнаружение некогерентных пачек импульсных сигналов.
19	Критерий Байеса в задаче оценки параметров сигналов, функции потерь.
20	Оценки параметров сигналов при квадратичной и простой функциях потерь.
21	Не байесовские критерии алгоритмов оценки параметров сигналов.
22	Оценки максимального правдоподобия: алгоритмы их получения и свойства.
23	Максимально правдоподобная оценка неэнергетического параметра сигнала методом непосредственного отыскания максимума отношения правдоподобия.
24	Максимально правдоподобная оценка неэнергетического параметра сигнала при использовании дискриминатора.
25	Дисперсия оценки неэнергетического параметра

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Учебным планом не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания уровня освоения запланированных результатов обучения по дисциплине, 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, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

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

Структура предоставления лекционного материала:

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

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению 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).

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

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

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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