

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Страхов С.Ю.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА

Направление/специальность подготовки	11.03.01 Радиотехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиоэлектронные системы
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	68	51	0	17	76	0	0	76	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**11.03.01 Радиотехника**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
Флёрова Анастасия Александровна, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1.1 — Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ

ПК-1.2 — Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПК-1.1**

*знания:*

методов и средств контроля работы радиоэлектронного оборудования;

основных логических методов и приемов научного исследования и инженерного проектирования;

современных отечественных и зарубежных пакетов программ для решения схемотехнических задач;

принципов подготовки и проведения научных исследований, экспериментов и испытаний;

методики построения физических и математических моделей объектов научных исследований;

методов и средств контроля работы радиоэлектронного оборудования;

*умения:*

осуществлять методологическое обоснование, планирование и подготовку научных исследований и технических разработок;

работать с современными средствами измерения и контроля параметров радиоэлектронных приборов;

организовывать проведение научных исследований, экспериментов и испытаний;

*навыки:*

проведения аппаратного макетирования, аналитических и экспериментальных работ и исследований для диагностики и оценки состояния систем радиотехники, электроники и телекоммуникаций с использованием необходимых методов и средств контроля и анализа;

проведения экспериментальных исследований радиоэлектронных устройств и систем по проверке достижимости технических характеристик, планируемых при проектировании радиоэлектронных приборов;

подготовки проектной и рабочей технической документации;

контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам,

техническим условиям и другим нормативным документам.

## **ПК-1.2**

*знания:*

законодательных актов, нормативных и методических материалов по вопросам, связанным с работой радиоэлектронного оборудования;

стандартов в области разработки и постановки изделий на производство, общих технических требований, контроля качества продукции, ЕСКД

используемых технических средств, перспективы их развития и модернизации;

отечественных и зарубежных достижений науки и техники в области разработки и производства радиоэлектронного оборудования;

методов и средств контроля работы радиоэлектронного оборудования;

основ схемотехники;

принципов подготовки и проведения научных исследований и технических разработок, научных экспериментов и испытаний;

требований и порядка подготовки научно-технической отчетности по результатам выполненных исследований;

средств и методик построения физических, математических и компьютерных моделей объектов научных исследований;

*умения:*

осуществлять математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств;

работать с программами компьютерного моделирования радиоэлектронных устройств;

планировать порядок проведения моделирования радиоэлектронных средств;

анализировать результаты научных исследований;

составлять научно-технические отчеты по результатам исследований;

*навыки:*

проведения экспериментальных исследований радиоэлектронных устройств и систем, описания процессов в них и определение требований к устройствам и системам;

создания математических и физических моделей радиоэлектронных систем и комплексов;  
компьютерного моделирования радиоэлектронных устройств на схемотехническом и  
системотехническом уровнях;  
настройки программных средств, используемых для проектирования радиоэлектронных систем и  
устройств;  
подготовки технологической и отчетной документации по результатам работ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *11.03.01 Радиотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ, ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН, ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ И РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ РЭС, РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, НАДЕЖНОСТЬ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
- ОПК-2 — Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных
- ОПК-3 — Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности
- ПК-1.1 — Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ
- ПК-1.2 — Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-1.1	ПК-1.2
4	7	<b>Раздел 1. Основные понятия статистической радиотехники.</b> 1.1. Случайные процессы и их характеристики. Определение и классификация случайных процессов. Функции распределения случайных процессов. Моменты функций распределения. Совместные функции распределения вероятностей совокупностей случайных процессов. Взаимные моменты. Стационарные и эргодические случайные процессы. Корреляционная функция стационарного случайного процесса и ее свойства. Энергетический спектр стационарного случайного процесса. Взаимные корреляционные функции, их свойства, взаимные спектры. Нормальный случайный процесс, белый шум. 1.2. Преобразование случайных процессов при прохождении их через радиотехнические цепи. Характеристики линейных цепей. Энергетические характеристики случайного процесса на выходе линейной цепи. Прохождение белого шума через линейные цепи. Прохождение белого шума через узкополосные линейные цепи. Узкополосный случайный процесс, огибающая и фаза узкополосного случайного процесса. Распределение огибающей и фазы суммы узкополосного случайного процесса и детерминированного сигнала. Преобразование плотности вероятности случайного процесса при прохождении его через нелинейные безынерционные элементы. Энергетические характеристики случайного процесса на выходе нелинейного безынерционного элемента.	51	21	14	7	30	40	40
4	7	<b>Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.</b> 2.1. Радиоприем как статистическая задача. Основные задачи теории оптимального приема сигналов. Критерии качества (оптимальности) приема сигналов. 2.2. Оценка параметра сигнала известной формы. Понятие об оптимальном приемнике измерения. Оценка неэнергетического параметра сигнала известного точно. Оптимальный приемник измерения для сигналов с неизвестными параметрами. Оценка неэнергетического параметра сигнала с неизвестной начальной фазой. Оценка доплеровского сдвига частоты сигнала с неизвестной начальной фазой. 2.3. Обнаружение сигналов. Критерии качества при обнаружении сигналов. Синтез структуры оптимального обнаружителя сигналов. Определение порога и вероятностей ошибок при оптимальном обнаружении сигналов. Обнаружение сигналов по критерию Неймана-Пирсона. 2.4. Фильтрация сигналов известной формы. Характеристики согласованного фильтра, форма сигнала на его выходе. Применение согласованных фильтров при построении оптимальных приемников оценки параметров сигналов и их обнаружения. Согласованный фильтр при белом шуме. Фильтры, согласованные с одиночными видео- и радиоимпульсами и пачкой импульсов, гребенчатые фильтры (накопители импульсных сигналов). 2.5. Понятие о последовательном анализе Вальда. Применение процедуры последовательного анализа Вальда для обнаружения сигналов. Характеристики процедуры последовательного анализа Вальда. 2.6. Фильтрация сигналов неизвестной формы. Постановка задачи фильтрации сигнала неизвестной формы. Фильтр Винера для дискретных отсчетов и непрерывного сигнала. Эффективность фильтра Винера. Модели формирования сигнала и измерения в фильтре Калмана. Уравнение одномерного стационарного фильтра Калмана. Одномерный нестационарный фильтр Калмана. Многомерный нестационарный фильтр Калмана. Пример построения фильтра Калмана для двумерного случая. 2.7. Совместная оценка нескольких параметров сигнала известной формы. Постановка задачи оценки нескольких параметров сигнала известной формы и путь ее решения в общем случае. Совместная оценка частоты и запаздывания сигнала. Функция неопределенности при совместной оценке частоты и запаздывания сигнала. Влияние формы сигнала на функцию неопределенности.	68	38	28	10	30	40	40
4	7	<b>Раздел 3. Основы теории информации.</b> 3.1. Основные понятия теории информации. Способы оценки количества информации, содержащейся в сообщении. Энтропия сообщений с дискретными и непрерывными состояниями элементов. Условная энтропия и энтропия объединения статистически зависимых сообщений. 3.2. Передача сообщений по каналам связи с помехами. Полное количество взаимной информации. Частное количество взаимной информации. Разность частных количеств взаимной информации. Обнаружение сигнала и оценка его параметра с использованием разности частных количеств взаимной информации. Скорость передачи информации по каналу связи с помехами. Пропускная способность канала связи.	25	9	9	0	16	20	20
Всего за 7 семестр			144	68	51	17	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	51	17	76	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия статистической радиотехники.	Определение характеристик случайных процессов.	3
2		Прохождение случайных процессов через	2

		линейные инерционные цепи.	
3		Прохождение случайных процессов через нелинейные безынерционные цепи.	2
4	Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.	Оценка энергетических и неэнергетических параметров сигнала.	2
5		Оптимальное обнаружение и различение сигналов.	4
6		Построение согласованных фильтров для сигналов различной формы.	4
Всего за 7 семестр			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия статистической радиотехники.	Изучение особенностей дисциплины, знакомство с рекомендуемой литературой, Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального практического задания.	30
2	Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы, подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального практического задания.	30
3	Раздел 3. Основы теории информации.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы.	16
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>76</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7					ИПЗ	ДР	Колл	Контр.Р.		ДР		ИПЗ		Контр.Р.	Колл	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Колл – коллоквиум.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- вопросы к экзамену;
- индивидуальное практическое задание;
- коллоквиум.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Флёрова. . Основы статистической радиотехники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 121 экз.
2. А. А. Флёрова. . Выбор зондирующего сигнала в РЛС. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
3. А. И. Сенин. . Статистическая радиотехника. Примеры и задачи. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010, эл. рес.
4. А. Н. Осокин, А. Н. Мальчуков. . Теория информации. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
5. И. Ю. Попов, И. В. Блинова. . Теория информации. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Прикладная информатика;
2. Радиотехника – XXI век.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/book/52356> — ЭБС Лань;
2. <https://e.lanbook.com/book/10854> — ЭБС Лань.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Prime 3.1;
2. Matlab 2015a SP1.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

1. Принтер HP-3100;
2. Принтер Epson T5100;
3. Принтер LaserJet 1100;
4. Mathcad Prime 3.1;
5. Matlab 2015a SP1.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Принтер HP-3100;
4. Принтер LaserJet 1100;
5. Mathcad Prime 3.1;
6. Matlab 2015a SP1.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *11.03.01 Радиотехника*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1.1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

ПК-1.2 Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных методов обработки сигналов, принимаемых на фоне помех той или иной природы, методологией синтеза и анализа качественных показателей оптимальных устройств обнаружения, различения и оценки параметров сигналов, входящих в состав радиолокационных и радионавигационных систем и комплексов, систем передачи информации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- вопросы к экзамену;
- индивидуальное практическое задание;
- коллоквиум.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основные понятия статистической радиотехники.</b>		
Изучение особенностей дисциплины, знакомство с рекомендуемой литературой, Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального практического задания.	А. А. Флёрова. . Основы статистической радиотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1 - 2) А. И. Сенин. . Статистическая радиотехника. Примеры и задачи: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 (1 - 2)	30
Итого по разделу 1		30
<b>Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы, подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального практического задания.	А. А. Флёрова. . Основы статистической радиотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3 - 4) А. А. Флёрова. . Выбор зондирующего сигнала в РЛС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1 - 4) А. И. Сенин. . Статистическая радиотехника. Примеры и задачи: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 (3 - 4)	30
Итого по разделу 2		30
<b>Раздел 3. Основы теории информации.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы.	А. Н. Осокин, А. Н. Мальчуков. . Теория информации: Москва: Юрайт, 2020 (1, 6, 9, 11, 12) И. Ю. Попов, И. В. Блинова. . Теория информации: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (1 - 5)	16
Итого по разделу 3		16

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- контрольная работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Коллоквиум

10 - дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы раздела, так и на дополнительные;

5 - содержание основных вопросов раздела раскрывается, но имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы;

0 - содержание основных вопросов раздела не раскрыто.

#### Контрольная работа

Результаты выполнения каждой контрольной работы оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Контрольная работа №1 включает в себя два теоретических вопроса и задачу. Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо полное и правильное решение задачи и развернутый ответ на один из теоретических вопросов. Более высокая оценка формируется с учетом ответов на второй теоретический вопрос.

Контрольные работы №2 включает в себя два теоретических вопроса. Для получения оценки «удовлетворительно» необходим развернутый ответ на один из теоретических вопросов. Более высокая оценка формируется с учетом ответов на второй теоретический вопрос.

#### Индивидуальное практическое задание

12 баллов – обучающийся в установленном порядке и в полном объеме выполнил все этапы индивидуального задания; обработал расчетно-графические результаты работы, применив необходимый теоретический аппарат и сделал верные выводы в ходе анализа полученных результатов. Отчет сдан преподавателю в установленные сроки. Обучающийся не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы преподавателя по теме индивидуальной работы, аргументированно излагает материал, не допуская ошибок; демонстрирует умение анализировать и интерпретировать полученные в ходе работы результаты.

8 баллов – обучающийся в установленном порядке и в полном объеме выполнил все этапы индивидуального задания; обработал расчетно-графические результаты работы, применив необходимый теоретический аппарат и сделал верные выводы в ходе анализа полученных результатов, однако наблюдались ошибки при обработке результатов или при анализе полученных результатов и формулировании выводов.

Отчет сдан преподавателю в установленные сроки. Обучающийся отвечает на дополнительные вопросы преподавателя по теме работы, но имеются неточности при ответе; имеющиеся в ответе несущественные фактические ошибки, студент способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу.

4 балла – обучающийся в установленном порядке и в полном объеме выполнил все этапы индивидуального задания; обработал расчетно-графические результаты работы, применив необходимый теоретический аппарат и сделал верные выводы в ходе анализа полученных результатов, однако наблюдались ошибки при обработке результатов или при анализе полученных результатов и формулировании выводов.

Отчет сдан преподавателю в установленные сроки. Обучающийся отвечает на дополнительные вопросы преподавателя по теме работы; знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью, имеются неточности при ответе на вопросы.

0 баллов – обучающийся не выполнил все этапы индивидуального задания; допустил грубые ошибки при обработке расчетно-графических результатов работы, сделал неверные выводы в ходе анализа полученных результатов. Либо отчет не был сдан преподавателю в установленные сроки. На большую часть дополнительных вопросов обучающийся затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

### **Вопросы к экзамену**

1. Вероятностные характеристики случайного процесса.
2. Распределение совокупности двух зависимых случайных величин.
3. Стационарные и эргодические случайные процессы. Соотношение процессов.
4. Корреляционная функция случайного процесса и ее свойства. Центрированная и нормированная корреляционная функция.
5. Спектральная плотность мощности случайного процесса, ее связь с корреляционной функцией.
6. Взаимная корреляционная функция и взаимная спектральная плотность. Пример применения корреляционного анализа.
7. Нормальный случайный процесс.
8. Абсолютно случайный процесс.
9. Энергетические характеристики случайных процессов на выходе линейной цепи.
10. Прохождение белого шума через линейную цепь.
11. Узкополосный случайный процесс. Распределение огибающей и фазы узкополосного случайного процесса.
12. Огибающая и фаза суммы узкополосного шума и гармонического сигнала.
13. Преобразование плотности вероятности нелинейным безынерционным элементом.
14. Энергетические характеристики случайного процесса на выходе нелинейной безынерционной цепи. Плотность вероятности случайного процесса на выходе квадратичного детектора.
15. Энергетические характеристики случайного процесса на выходе нелинейной безынерционной цепи. Прохождение нормального случайного процесса через типовой ограничитель.
16. Радиоприем как статистическая задача. Основные задачи теории оптимального радиоприема сигналов. Задачи фильтрации, оценки параметров, различения нескольких сигналов, обнаружения сигналов.
17. Критерии качества при приеме сигналов известной формы (критерий среднего риска).
18. Оценка параметров сигнала. Понятие об оптимальном приемнике измерения.
19. Оценка неэнергетического параметра сигнала известного точно.
20. Оценка параметра сигнала с неизвестными несущественными параметрами. Прием сигнала с неизвестной начальной фазой.
21. Обнаружение сигнала. Критерии оптимальности при обнаружении сигнала (критерии среднего риска, весовой, идеального наблюдателя, Неймана-Пирсона).
22. Обнаружение сигнала известного точно.
23. Обнаружение сигнала по критерию Неймана-Пирсона.
24. Фильтрация сигнала по критерию максимума отношения сигнал/шум. Согласованные фильтры.
25. Примеры реализации согласованных фильтров: фильтр, согласованный с одиночным прямоугольным видеоимпульсом, одиночным радиоимпульсом, с пачкой импульсов конечной длительности.
26. Совместная оценка нескольких параметров сигнала. Общий случай.
27. Совместная оценка частоты и запаздывания сигнала. Функция неопределенности и ее свойства.
28. Оптимальный прием сигнала известной формы при небелом шуме.
29. Прием сигналов неизвестной формы (фильтрация сигналов).
30. Оценка количества информации в дискретных сообщениях.
31. Свойства энтропии сообщений. Энтропия сообщений с непрерывным распределением состояний
32. Условная энтропия статистически зависимых сообщений. Энтропия объединения двух статистически зависимых сообщений. Условная энтропия и энтропия объединения сообщений с непрерывным распределением состояний элементов
33. Передача информации по каналам связи с помехами. Передача сообщений с непрерывным распределением состояний. Решение задач обнаружения сигнала по информационному критерию.
34. Скорость передачи информации по каналу связи. Пропускная способность канала связи.

### **Экзамен**

Экзамен включает в себя ответы на теоретические вопросы.

– оценки «отлично» заслуживает студент: обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, свободное владение профессиональной терминологией; демонстрирующий исчерпывающее, последовательное, обоснованное и логически стройное изложение

ответа без ошибок; показавший умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Студент готов отвечать на дополнительные вопросы.

– оценки «хорошо» заслуживает студент: обнаруживший полное знание программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе; демонстрирующий владение профессиональной терминологией на достаточном уровне; показавший грамотное и логичное изложение ответа, без существенных ошибок, но недостаточно систематизированное и последовательное. Студент испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы.

– оценки «удовлетворительно» заслуживает студент: обнаруживший знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии; справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой.

– оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-1.1	ПК-1.2	
4	7	Раздел 1. Основные понятия статистической радиотехники.	51	21	14	7	30	40	40	Контрольная работа, Индивидуальное практическое задание, Коллоквиум
4	7	Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.	68	38	28	10	30	40	40	Контрольная работа, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 3. Основы теории информации.	25	9	9	0	16	20	20	Вопросы к экзамену, Коллоквиум
Всего за 7 семестр			144	68	51	17	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	51	17	76	100	100	



## Оценочные материалы по дисциплине СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА

### **ПК-1.1 - Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Критерий идеального наблюдателя при обнаружении сигнала – это...
- минимум вероятности общей ошибки, равной взвешенной сумме вероятности пропуска сигнала и вероятности ложной тревоги;
- максимальная вероятность правильного обнаружения при заданной вероятности ложной тревоги;
- максимальная вероятность правильного обнаружения при заданной вероятности пропуска сигнала;
- максимальное значение функции правдоподобия
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Если математическое ожидание случайного процесса равно нулю, то средний квадрат случайного процесса будет равен...
- квадрату дисперсии;
- коэффициенту корреляции;
- нулю;
- дисперсии
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Корреляционная функция суммы двух стационарных и стационарно связанных случайных процессов равна...
- сумме их корреляционных функций;
- сумме их авто- и взаимно корреляционных функций;
- произведению их авто- и взаимно корреляционных функций;
- произведению их корреляционных функций
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Для сравнения эффективности алгоритмов обнаружения используют статистические критерии:
- Критерий минимального среднего риска;
- Эмпирический критерий;
- Критерий максимального правдоподобия;
- Критерий Неймана-Пирсона.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Каковы преимущества сложных сигналов по сравнению с простыми в задачах разрешения по времени запаздывания радиосигнала?
- Сложные сигналы позволяют разрешить радиолокационные цели по их дальности;

Сложные сигналы имеют острый центральный пик автокорреляционной функции;

Сложные сигналы позволяют разрешить радиолокационные цели по их скорости;

Сложные сигналы обладают меньшей эффективной шириной спектра при большой эффективной длительности.

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чём состоит обобщение теоремы отсчётов Котельникова-Шеннона на случайные процессы?

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Последовательность действий при решении задачи обнаружения сигнала:

1. Оценка параметра, соответствующего сигналу.

2. Анализ принятого колебания.

3. Принятие решения

4. Проверка статистических гипотез.

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Проектирование фильтра для задачи фильтрации сигнала включает следующие этапы:

1. Анализ последствий конечной разрядности.

2. Спецификация фильтра.

3. Реализация.

4. Вычисление коэффициентов.

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Перечислите методы фильтрации, обеспечивающие улучшение соотношения сигнал/помеха и условия их эффективности.

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Если под случайной функцией  $x(t)$  подразумевается электрическое напряжение или ток, то

1. средний квадрат этой функции -

2. математическое ожидание этой функции -

3. дисперсия этой функции -

А. среднее значение тока или напряжения.

Б. средняя мощность, выделяемая в сопротивлении 1 Ом.

В. разность между мощностью всего процесса и мощностью средней составляющей тока или напряжения в данном сечении.

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

1. Стационарный случайный процесс -

2. Стационарный случайный процесс в широком смысле -

3. Строго стационарный случайный процесс (стационарный в узком смысле) -

4. Эргодический случайный процесс -

А. это процесс, для которого усреднения по ансамблю и по времени дают одинаковые результаты.

Б. это случайный процесс, вероятностные характеристики которого не меняются с течением времени.

В. это процесс, у которого статистические (вероятностные) свойства не зависят от начала наблюдения.

Г. это случайный процесс, математическое ожидание и дисперсия которого не зависят от времени,

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие фильтры применяются для оптимального приёма пачки импульсных сигналов?

Режекторные фильтры;

Полосовые фильтры;

Согласованные фильтры;

Квазисогласованные фильтры

**ПК-1.2 - Способен проводить программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сформулируйте понятие эргодического случайного процесса. Необходимые условия эргодичности.

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Энергетический спектр случайного процесса – это...

зависимость энергии составляющих процесса от времени;

зависимость фазы составляющих процесса от частоты;

зависимость энергии составляющих процесса от частоты;

зависимость амплитуды составляющих процесса от частоты

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Вторым начальным моментом случайного процесса называется...

математическое ожидание;

средний квадрат;

дисперсия;

сумма дисперсии и квадрата математического ожидания

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем заключается задача обнаружения сигнала?

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

1. Функция потерь

2. Взаимная корреляционная функция

3. Функция распределения вероятности

4. Функция максимального правдоподобия

А. определяет временную связь двух сигналов.

Б. определяет вероятность того, что все значения случайной величины не превышают некоторого заданного уровня.

В. определяет вероятность наблюдаемых данных при конкретном значении параметра модели.

Г. мера расхождения между истинным значением оцениваемого параметра и оценкой параметра.

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

1. Автокорреляционная функция прямоугольного импульса

2. Автокорреляционная функция отрезка синусоиды

3. Автокорреляционная функция бесконечной синусоиды

4. Автокорреляционная функция случайного процесса (шума)

А. имеет вид нарастающего и затухающего колебательного процесса с выраженным максимумом в моменте совпадения импульсов.

Б. имеет форму треугольника.

В. имеет один выраженный максимум, а при малейшем сдвиге значения функции падают почти до нуля.

Г. синусоида с той же частотой.

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Последовательность действий при решении задачи оптимального приёма:

1. Разработка алгоритма обработки.

2. Проверка практической реализуемости.

3. Математическая формулировка задачи.

4. Определение критерия оптимальности.

5. Анализ чувствительности к отклонениям от априорных данных.

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Этапы математического моделирования кривых обнаружения сигнала:

1. Построение алгоритма.

2. Разработка математической модели.

3. Исследование модели.

4. Интерпретация результатов.

5. Проверка модели.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Абсолютно случайный процесс - это такой процесс, у которого...

любые два значения, расположенные через интервал корреляции, некоррелированы;

любые два сколь угодно близко расположенные значения коррелированы;

любые два значения, расположенные через интервал корреляции, коррелированы;

любые два сколь угодно близко расположенные значения некоррелированы

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Метод максимального правдоподобия используется для решения различных задач в статистической радиотехнике, например:

Обработка сигналов.

Разрешение сигналов.

Задача подбора формы распределения по экспериментальным данным.

Фильтрация сигналов на фоне помех.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Критерии, используемые при обнаружении сигнала:

Критерий максимального правдоподобия;

Критерий Зигерта;

Критерий минимального среднего риска;

Критерий Неймана-Пирсона

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Методы обработки сигналов с неизвестными параметрами:

адаптивный подход;

корреляционная обработка;

методы, основанные на известных свойствах сигнала;

статистическая обработка