

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С.Ю.
 ФИО
 « ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА

Направление/специальность подготовки	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиолокационные системы и комплексы
Уровень высшего образования	Специалитет
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)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

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-4 — Способен разрабатывать аналоговые и цифровые радиотехнические устройства, в том числе на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем, с использованием современных пакетов прикладных программ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-4

знания:

современных методов математического описания детерминированных и случайных сигналов,

линейных и нелинейных, стационарных, нестационарных и параметрических радиотехнических цепей, принципов формирования и преобразования сигналов как носителей информации;

принципов подготовки и проведения экспериментальных исследований радиотехнических цепей со случайными сигналами, способов

аппаратного макетирования и физического моделирования элементов радиоканала, предназначенных для генерирования, модуляции, передачи, приема и обработки сигналов, способов и средств реализации удаленного доступа к средствам радиотехнического эксперимента с применением пакетов прикладных программ;

умения:

применять временные и спектральные методы анализа и синтеза сигналов, методы статистического описания сигналов и помех; анализировать преобразования непрерывных и дискретных сигналов в радиотехнических цепях; использовать вычислительную технику для математического моделирования типовых систем и процессов статистической обработки сигналов;

анализировать задачи экспериментальных исследований радиотехнических цепей при воздействии случайных сигналов, выявляя их составляющие и связи между ними, разрабатывать программы и схемы экспериментов, обрабатывать результаты экспериментальных исследований, проводить их анализ и синтезировать оптимальные (в смысле выбранного критерия оптимальности) структуры радиотехнических систем с целью оптимизации методов обработки принимаемых сигналов;

навыки:

применения современных программных средств математического моделирования типовых систем и процессов статистической обработки сигналов с использованием основных приемов обработки результатов экспериментов;

применения пакетов прикладных программ для проведения экспериментальных исследований случайных радиотехнических сигналов, измерений параметров и анализа характеристик радиотехнических сигналов и цепей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы*.

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: **ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ РЭС, НАДЕЖНОСТЬ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения
- ОПК-4 — Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
- ОПК-6 — Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ
- ПК-1 — Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов
- ПК-3 — Способен использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн

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-4
4	7	Раздел 1. Основные понятия статистической радиотехники. 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
4	7	Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов. 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
4	7	Раздел 3. Основы теории информации. 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
Всего за 7 семестр			144	68	51	17	76	100
Всего по дисциплине			144	68	51	17	76	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.	Прохождение случайных процессов через нелинейные безынерционные цепи.	2
2		Прохождение случайных процессов через линейные инерционные цепи.	2
3		Определение характеристик случайных процессов.	3
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
Всего за 7 семестр			76

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. . Выбор зондирующего сигнала в РЛС. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
2. А. А. Флёрова. . Основы статистической радиотехники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 121 экз.
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 - 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 *11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы*. 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-4 Способен разрабатывать аналоговые и цифровые радиотехнические устройства, в том числе на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем, с использованием современных пакетов прикладных программ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучение 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.
Раздел 1. Основные понятия статистической радиотехники.		
Изучение особенностей дисциплины, знакомство с рекомендуемой литературой, Подготовка к практическим занятиям. Выполнение индивидуального практического задания.	А. И. Сенин. . Статистическая радиотехника. Примеры и задачи: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 (1 - 2) А. А. Флёрова. . Основы статистической радиотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1 - 2)	30
Итого по разделу 1		30
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.	А. И. Сенин. . Статистическая радиотехника. Примеры и задачи: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 (3 - 4) А. А. Флёрова. . Выбор зондирующего сигнала в РЛС: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1 - 4) А. А. Флёрова. . Основы статистической радиотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3 - 4)	30
Итого по разделу 2		30
Раздел 3. Основы теории информации.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы.	И. Ю. Попов, И. В. Блинова. . Теория информации: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (1 - 5) А. Н. Осокин, А. Н. Мальчуков. . Теория информации: Москва: Юрайт, 2020 (1, 6, 9, 11, 12)	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 видеопульсом, одиночным радиопульсом, 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 объеме, 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.

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-4	
4	7	Раздел 1. Основные понятия статистической радиотехники.	51	21	14	7	30	40	Контрольная работа, Индивидуальное практическое задание, Коллоквиум
4	7	Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.	68	38	28	10	30	40	Контрольная работа, Индивидуальное практическое задание
4	7	Раздел 3. Основы теории информации.	25	9	9	0	16	20	Вопросы к экзамену, Коллоквиум
Всего за 7 семестр			144	68	51	17	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	51	17	76	100	

ПК-4 - Способен разрабатывать аналоговые и цифровые радиотехнические устройства, в том числе на базе микропроцессоров и микропроцессорных систем, с использованием современных пакетов прикладных программ

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Сформулируйте понятия математического ожидания и дисперсии случайного процесса.
- № 2 Прочитайте текст и установите соответствие
1. Плотность распределения вероятности огибающей узкополосного случайного процесса.
 2. Плотность распределения вероятности фазы узкополосного случайного процесса.
 3. Плотность распределения вероятности огибающей смеси нормального узкополосного шума и гармонического сигнала.
 4. Плотность распределения вероятности фазы смеси нормального узкополосного шума и гармонического сигнала.

$$A. \frac{1}{2\pi}$$

$$B. Ve^{-\frac{V^2}{2}}$$

$$B. \frac{1}{2\pi} e^{-\frac{a^2}{2}} + \frac{a \cos \varphi}{\sqrt{2\pi}} \cdot \Phi(a \cos \varphi) e^{-\frac{a^2}{2}} \sin^2 \varphi$$

$$Г. Ve^{-\frac{V^2 + a^2}{2}} I_0(aV)$$

- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Напряжение на выходе согласованного фильтра представляет собой...

взаимно корреляционную функцию между принятым колебанием и входным полезным сигналом;

взаимно корреляционную функцию между принятым колебанием и шумом;

взаимно корреляционную функцию между входным полезным сигналом и шумом;

автокорреляционную функцию принятого колебания

- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Плотность распределения вероятности огибающей узкополосного шума имеет...

релеевский закон распределения;

равномерный закон распределения;

нормальный закон распределения;

экспоненциальный закон распределения

- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Каким образом можно увеличить отношение «сигнал/помеха» в устройстве обнаружения данного сигнала?

1. Увеличить мощность сигнала.
 2. Увеличить длительность сигнала.
 3. Использовать различие в спектрах сигнала и помехи.
 4. За счёт полного устранения помех.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Энтропия сообщения – величина...
1. вещественная;
 2. упорядоченная;
 3. ограниченная;
 4. неотрицательная

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Задан стационарный случайный процесс $\xi(t)$. Известна его спектральная плотность

$$B_{\xi}(\omega) = \begin{cases} 4\alpha / (\alpha^2 + \omega^2), & \omega \geq 0, \\ 0, & \omega < 0. \end{cases}$$

Определить эффективную ширину спектра $\Delta\omega$, процесса $\xi(t)$.

- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какими основными параметрами характеризуются две случайные величины?
1. средними значениями;
 2. дисперсиями;
 3. предельными значениями;
 4. корреляцией
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Шумовой функцией называют...
- функцию взаимной корреляции входной смеси и шума по оцениваемому параметру сигнала;
- автокорреляционную функцию гауссовского шума;
- функцию взаимной корреляции сигнала и шума по оцениваемому параметру сигнала;
- флуктуационную помеху на входе приемника
- № 10 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,
- № 11 Прочитайте текст и установите последовательность
Решение статистической задачи обнаружения сигнала в шуме имеет следующую последовательность:

1. Исследование характеристик оптимального обнаружителя.
2. Сравнение оптимального и реального обнаружителей.
3. Выбор и обоснование критериев оптимальности.
4. Реализация правила решения с помощью радиотехнических средств (нахождение структурной схемы обнаружителя).
5. Нахождение математического правила решения задачи оптимального обнаружения.

№ 12 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.