

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 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 Информационные и управляющие системы
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: 2026

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 Сотникова Н.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Сотникова Н.В., к.т.н., доц.

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:

Принципы функционирования устройств СВЧ и антенн. Изучаются типовые узлы и элементы СВЧ, их электрические модели и конструкции.

Аналитические и численные методы расчёта устройств СВЧ и антенн.

Основы теории антенн: классификация антенн, параметры и характеристики передающей и приёмной антенн, линейные, апертурные, рупорные, зеркальные антенны.

Основы теории антенных решёток: структура и принцип построения решёток, модели сигналов, диаграмма направленности линейной фазированной решётки.

Характеристики устройств СВЧ: коэффициенты распространения волны, затухания и фазы, коэффициенты отражения, бегущей и стоячей волн, входное сопротивление линии передачи, коэффициент полезного действия.

Характеристики антенн: диаграмма направленности, фазовая и поляризационные характеристики, действующая высота (длина), эффективная площадь (поверхность), коэффициент использования площади.;

умения:

Сбор и анализ исходных данных для расчёта деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.

Применение компьютерных систем и пакетов прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических

Экспериментальное исследование устройств СВЧ и антенн, обработка результатов эксперимента, работа с современными измерительными приборами.

Практическое применение устройств СВЧ и антенн в радиотехнических системах различного назначения.

Ознакомление с проблемами электромагнитной совместимости и способами их решения.;

навыки:

Методики расчёта основных характеристик волноводных трактов, резонаторов и антенн.

Приёмы компьютерного моделирования радиоэлектронных систем и комплексов передачи информации с целью предсказания и улучшения их параметров.

Применение стандартных прикладных программных средств при проведении модельных экспериментов.

Навыки обработки собранных данных для анализа качества работы радиотехнических систем..

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 Радиоэлектронные 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: **ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРАКТИКА, ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**.

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	30
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 приеме 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 радиопульсами 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	30
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.	Определение характеристик случайных процессов.	3
2		Прохождение случайных процессов через линейные инерционные цепи.	2
3		Прохождение случайных процессов через нелинейные безынерционные цепи.	2
4	Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.	Построение согласованных фильтров для сигналов различной формы.	4
5		Оценка энергетических и неэнергетических параметров сигнала.	2
6		Оптимальное обнаружение и различение сигналов.	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.	30
2	Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы, подготовка к практическим занятиям.	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				Зад. СРС	Вопр. Экз, Колл	ДР	Контр.Р.		Зад. СРС	ДР	Вопр. Экз, Колл			Контр.Р.	Колл	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Зад. СРС – задания для самостоятельной работы;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Колл – коллоквиум;
- Контр.Р. – контрольная работа.

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

- диагностическая работа;
- задания для самостоятельной работы;
- вопросы к экзамену;
- коллоквиум;
- контрольная работа.

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 - 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 Радиоэлектронные системы и комплексы*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационные и управляющие системы 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 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;
- задания для самостоятельной работы;
- вопросы к экзамену;
- коллоквиум;
- контрольная работа.

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.	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
Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы, подготовка к практическим занятиям.	А. А. Флёрова. . Основы статистической радиотехники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3 - 4) 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)	30
Итого по разделу 2		30
Раздел 3. Основы теории информации.		
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;
- задания для самостоятельной работы;
- контрольная работа;
- 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

Коллоквиумы по темам: “Случайные процессы”, “Прохождение случайных процессов через линейные цепи”, “Прохождение случайных процессов через нелинейные цепи”.

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

3 - содержание основных вопросов раздела раскрывается, но имеются

неточности при ответе на дополнительные вопросы;

0 - содержание основных вопросов раздела не раскрыто.

Задания для самостоятельной работы

Отчет по заданию представляется в печатном виде. Отчет содержит все необходимые расчеты и построенные графики, выводы по работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов (по четырехбалльной системе). Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 5 до 2 являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов вычислений.

Задание 1. Тема: Характеристики одномерных случайных величин

Случайная величина $k=\{x_i\}$ с плотностью вероятности $W_k(x)$ подвергается преобразованию $g(x)$. В результате образуется случайная величина $p=\{y_i\}$.

1. Определить символьные выражения и численные значения для следующих характеристик случайной величины $k=\{x_i\}$:

1.1 математическое ожидание;

1.2 средний квадрат;

1.3 дисперсия.

2. Определить символьные выражения и построить графики:

2.1 функции распределения $F_k(x)$;

2.2 функции распределения $F_n(y)$;

2.3 плотности вероятности $W_n(y)$.

3. Определить символьные выражения и численные значения следующих характеристик случайной величины $p=\{y_i\}$:

3.1 математическое ожидание;

3.2 средний квадрат;

3.3 дисперсия.

Исходные данные выбираются в соответствии с номером варианта задания. Номер варианта выдается преподавателем.

Задание 2. Тема: Характеристики случайных процессов

Задан случайный процесс .

1. Определить символьные выражения и численные значения для следующих характеристик случайного процесса (с использованием пакетов Mathcad или Matlab):

1.1 математического ожидания;

1.2 среднеквадратического отклонения;

1.3 дисперсии.

2. Определить символьные выражения и построить графики:

2.1. одномерной плотности распределения вероятностей;

2.2 функции распределения.

3. Записать совместную плотность распределения вероятностей для стационарного процесса и его производной в один и тот же момент времени.

Исходные данные выбираются в соответствии с номером варианта задания. Номер варианта выдается преподавателем.

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 и №3 включают 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.

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 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 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	30	Вопросы к экзамену, Задания для самостоятельной работы, Контрольная работа, Коллоквиум
4	7	Раздел 2. Основы теории оптимального приема сигналов.	68	38	28	10	30	40	Вопросы к экзамену, Контрольная работа, Коллоквиум
4	7	Раздел 3. Основы теории информации.	25	9	9	0	16	30	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 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.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сформулируйте понятия математического ожидания и дисперсии случайного процесса.

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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

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

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

№ 4 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.

А. $\frac{1}{2\pi}$

Б. $Ve^{-\frac{V^2}{2}}$

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

Г. $Ve^{-\frac{V^2+a^2}{2}} I_0(aV)$

№ 5 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.

№ 6 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.
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Выходной сигнал фильтра, согласованного с одиночным радиоимпульсом (отрезком синусоиды с огибающей-прямоугольником), представляе-
огибающей...
1. треугольной формы той же длительности
 2. прямоугольной формы удвоенной длительности
 3. пилообразной формы той же длительности
 4. треугольной формы удвоенной длительности
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
При белом шуме отношение сигнал /шум на выходе согласованного фильтра зависит только от...
1. энергии сигнала и энергетического спектра шума
 2. формы сигнала и энергетического спектра шума
 3. энергии и формы сигнала
 4. формы и длительности сигнала
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Шумовой функцией называют...
1. функцию взаимной корреляции входной смеси и шума по оцениваемому параметру сигнала
 2. автокорреляционную функцию гауссовского шума
 3. функцию взаимной корреляции сигнала и шума по оцениваемому параметру сигнала
 4. флуктуационную помеху на входе приемника
- № 10 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.
- № 11 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.
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Энтропия сообщения – величина...
1. вещественная;
 2. упорядоченная;
 3. ограниченная;
 4. неотрицательная