Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.8 Статистическая радиофизика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика
(код и наименование направления подготовки)

Квантовая электроника
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.8 Статистическая радиофизика*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники
наименование кафедры

протокол № 6 от "22" февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра радиофизики и электроники _____ А.П. Русинов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

Профессор _____ М.Г. Кучеренко
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Доцент _____ В.М. Налбандян
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика _____ Т.М. Чмерева
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ Н.Н. Бигалиева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ А.Д. Стрекаловская
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Кучеренко М.Г., 2024
Налбандян В.М. 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:
данная дисциплина должна обеспечить построение базиса для глубокого профессионального научного подхода к изучению различных случайных процессов в природных и искусственных оптических и радиофизических системах различного типа, научить строить физические и математические модели таких процессов.

Задачи:
- изучение основ математической статистики, теорем теории вероятностей, марковских и точечных случайных процессов, корреляционных функций и спектральных плотностей случайных процессов;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к анализу случайных явлений в технических устройствах и молекулярных структурах, рассматриваемых при создании новой лазерной техники и новых технологий.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.17 Электричество и магнетизм*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен применять на практике профессиональные знания и умения в сфере производства, внедрения и эксплуатации электронных приборов и систем различного назначения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК*-1-В-1 Знает фундаментальные основы специализированных знаний в области радиоэлектроники, телекоммуникационных систем и антенных комплексов	**Знать:** фундаментальные основы специализированных знаний в области радиоэлектроники, телекоммуникационных систем и антенных комплексов **Уметь:** проводить анализ радиоэлектронных сигналов **Владеть:** Навыками работы с радиоэлектронными приборами и телекоммуникационными комплексами

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен проводить научные исследования в избранной экспериментальной или теоретической области с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК*-2-В-1 Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности ПК*-2-В-2 Умеет решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта ПК*-2-В-3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных данных	**Знать:** основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности **Уметь:** решать профессиональные задачи с применением современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта **Владеть:** навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных данных

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**44,25**	**44,25**
Лекции (Л)	30	30
Практические занятия (ПЗ)	14	14
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**63,75**	**63,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Статистические явления в оптике и радиофизике. Генерация - распространение - прием.	10	4	2		4
2	Случайные величины и случайные процессы.	14	6	4		4
3	Описание случайных процессов. Многомерные распределения вероятности. Условие соподчинения распределений.	20	4	2		14
4	Автоколебательные системы. Системы осцилляторного и релаксационного типа. Описание динамики автоколебательных систем в фазовом пространстве.	22	6	2		14
5	Корреляционная теория случайных функций. Комплексный случайный процесс. Функция корреляции. Спектральное разложение случайных функций.	22	6	2		14
6	Прием сигналов в условиях шумов	20	4	2		14
	Итого:	108	30	14		64
	Всего:	108	30	14		64

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Статистические явления в оптике и радиофизике. Генерация - распространение - прием. В области генерации электромагнитных волн: флуктуации в автоколебательных системах, вопросы немонохроматичности колебаний, стабильности частоты. В области распространения радиоволн: тепловые и турбулентные неоднородности среды, вызывающие рассеяние волн. В области приема радиоволн: шумы в приемных и измерительных устройствах .

2 Случайные величины и случайные процессы. Схема испытаний Бернулли как модель случайного процесса. Задачи, приводящие к проблеме Бернулли. Дробовой шум. Управляющее уравнение для вероятности. Производящая функция. Распределение Пуассона. Расчет моментов.

3 Описание случайных процессов. Многомерные распределения вероятности. Условие соподчинения распределений. Случайные процессы без вероятностного последействия и стационарные случайные процессы. Редукция n-мерной плотности вероятности для марковского процесса. Моменты случайных функций. Функция и коэффициент корреляции.

4 Автоколебательные системы. Системы осцилляторного и релаксационного типа. Описание динамики автоколебательных систем в фазовом пространстве. Автоколебательные системы томпсоновского типа. Флуктуации в томпсоновском ламповом генераторе. Уравнение движения. Метод медленно меняющихся амплитуд. Изображение динамики на фазовой плоскости и плоскости переменных Ван-дер-Поля. Стохастическая модуляция переменных автоколебательной системы**.**

5 Корреляционная теория случайных функций. Комплексный случайный процесс. Функция корреляции. Спектральное разложение случайных функций. Независимая трансформация гармоник в линейных системах с постоянными параметрами. Спектральные разложения стационарных случайных процессов. Теорема Винера-Хинчина. Спектральная плотность случайного процесса.

6 Прием сигналов в условиях шумов. Оптимальный фильтр. Согласованный фильтр. Корреляционный прием. Отношение правдоподобия и обнаружение сигнала. Критерии обнаружения. Критерии максимального правдоподобия и идеального наблюдателя. Критерий Неймана – Пирсона**.**

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Задачи, приводящие к проблеме Бернулли: 1. Урновая задача 2. Флуктуации плотности частиц в конечном объеме. 3. Дробовой эффект в вакууме. 4. Случайные блуждания частицы на прямой. Свойства Пуассоновского распределения. Расчет среднего значения и дисперсии. Задача де Мере. Свойства нормального распределения	2
2	2	Распределение Гаусса как предельный закон биномиального распределения. Блуждания изотропной броуновской частицы. Максвелловское распределение частиц по скоростям.	2
3	2	Вывод динамического уравнения томпсоновского генератора в переменных Ван-дер-Поля методом медленно меняющихся амплитуд. Вращательное броуновское движение.	2
4	3	Изображение динамики на фазовой плоскости и плоскости переменных Ван-дер-Поля. Стохастическая модуляция переменных автоколебательной системы – как броуновское движение изображающей точки на фазовой плоскости.	2
5	4	Свойства функции корреляции и связанные с ней свойства случайной функции. Ограниченность смешанного момента. Свойства производных случайных функций.	2
6	5	Расчет корреляционной функции и спектральной плотности случайного процесса. Лоренцева форма спектрального контура. Метод Кирхгофа. Рассеяние света на слабых объемных неоднородностях.	2
7	6	Интегральное уравнение для оптимизирующей импульсной характеристики фильтра - уравнением Винера – Хопфа.	2
		Итого:	14

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Расовский, М. Р. Статистическая физика и термодинамика [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. Р. Расовский. - Оренбург : ОГУ, 2005. - 152 с. - Библиогр.: с. 152. - ISBN 5-7410-0441-5.
2. Тисленко, В.И. Статистическая теория радиотехнических систем: учебное пособие / В.И. Тисленко ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Факультет дистанционного обучения. – Томск : ТУСУР, 2016. – 160 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480967

5.2 Дополнительная литература

1. Ахманов, С.А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах / С.А. Ахманов, Ю.Е. Дьяков, А.С. Чиркин. – Москва : Физматлит, 2010. – 424 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67715.
2. Кучеренко, М. Г. Кинетика нелинейных фотопроцессов в конденсированных молекулярных системах [Текст] : монография / М. Г. Кучеренко. - Оренбург : ОГУ, 1997. - 386 с. : ил. - ISBN 5-7410-0308-7.
3. Рытов, С.М. Введение в статистическую радиофизику / С.М. Рытов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Наука, 1976. – Ч. 1. Случайные процессы. – 492 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481399.

5.3 Периодические издания

Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН.

5.4 Интернет-ресурсы

1. http://www.elementy.ru/ – сайт «Элементы большой науки»
2. http://www.femto.com.ua/index1.html – энциклопедия физики и техники

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.