Минобрнауки России

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

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«М.1.В.ДВ.3.2 Статистическая оптика и радиофизика»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
03.04.02 Физика
(код и наименование направления подготовки)

Физика оптических явлений
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы
Программа академической магистратуры

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора 2019

1346942

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники
наименование кафедры

протокол № _____от "___" _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Кафедра радиофизики и электроники Чмерева Т.М. Чмерева
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
профессор Кучеренко М.Г.
должность *подпись* *расшифровка подписи*

доцент Кручинин Н.Ю.
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.04.02 Физика М.Г. Кучеренко
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы М.Г. Кучеренко
личная подпись *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
Н.Н. Грицай
личная подпись *расшифровка подписи*

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

№ регистрации _____

© Кручинин Н.Ю.,
Кучеренко М.Г., 2019
© ОГУ, 2019

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Статистическая оптика и радиофизика» является формирование у студентов представлений об основных разделах физики стохастических явлений в электромагнитных полях различного спектрального состава, познакомить их с наиболее важными экспериментальными и теоретическими результатами в этой области знания. 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. Студент должен изучить физические явления, происходящие в системах, включающих в себя в качестве составной части электромагнитные поля различного спектрального диапазона, имеющие случайную составляющую, уметь устанавливать границы применимости стохастических моделей для них, представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки о случайных явлениях в оптических и радиофизичесих системах; знать назначение и принципы действия важнейших физических приборов, используемых для измерения характеристик электромагнитного поля в случайно неоднородных системах.

Задачи:

- изучение закономерностей протекания фотопроцессов, с учетом стохастического характера поглощения и испускания квантов в молекулярных системах и наноструктурах;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения разноплановых научно-технических проблем, содержащих источники стохастичности;
- 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;
- освоение основных физических моделей, позволяющих описать случайные явления в конденсированных системах и супрамолекулярных структурах, пределов применимости известных теорий для решения современных, перспективных технологических задач молекулярной и твердотельной фотоники.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *М.1.В.ОД.6 История и методология физики*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<u>Знать:</u> основные принципы, законы и категории философских знаний в их логической целостности и последовательности; **<u>Уметь:</u>** - использовать основы философских знаний для оценивания и анализа различных социальных тенденций, явлений и фактов; - формировать свою мировоззренческую позицию в обществе, со-	ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
вершенствовать свои взгляды и убеждения, переносить философское мировоззрение в область материально-практической деятельности; **Владеть:** способностью абстрактно мыслить, анализировать, синтезировать получаемую информацию.	
Знать: современные проблемы и новейшие достижения физики **Уметь:** использовать полученные знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе. **Владеть:** навыками построения и реализации основных математических алгоритмов	ОПК-6 способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
Знать: типы классификаций источников электромагнитных флуктуаций, характер их проявлений, характерные типы случайных процессов. **Уметь:** различать фундаментальные и технические виды флуктуаций; производить построение математических моделей случайных явлений в радиофизике и оптике. **Владеть:** представлениями о классических и новых подходах в описании проявлений флуктуаций в электромагнитных процессах, лежащих в основе работы оптоэлектронных и радиоэлектронных устройств	ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Контактная работа:	**35,25**	**35,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - *самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* - *подготовка к практическим занятиям;* - *подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**144,75**	**144,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Статистические явления в оптике и радиофизике. Генерация - распространение - прием.	30	3	3		24
2	Случайные величины и случайные процессы.	30	3	3		24
3	Описание случайных процессов. Многомерные распределения вероятности. Условие соподчинения распределений.	30	3	3		24
4	Автоколебательные системы. Системы осцилляторного и релаксационного типа. Описание динамики автоколебательных систем в фазовом пространстве.	30	3	3		24
5	Корреляционная теория случайных функций. Комплексный случайный процесс. Функция корреляции. Спектральное разложение случайных функций.	30	3	2		25
6	Элементы общей теории случайных полей. Моменты первого и второго порядка. Стационарность и однородность. Гармоническое разложение.	30	3	2		25
	Итого:	180	18	16		146
	Всего:	180	18	16		146

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 Элементы общей теории случайных полей. Моменты первого и второго порядка. Стационарность и однородность. Гармоническое разложение.

Обобщение теоремы Винера-Хинчина. Случайная рефракция луча. Поле показателя преломления в случайно-неоднородной среде. Распространение волн в средах со случайными неоднородностями. Дифракция на хаотически неоднородном экране. Рассеяние света на статистически неровной поверхности. Метод возмущений и метод Кирхгофа. Рассеяние света на слабых объемных неоднородностях.

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.	1
2	1	Свойства Пуассоновского распределения. Расчет среднего значения и дисперсии. Задача де Мере. Свойства нормального распределения	1
3	1	Распределение Гаусса как предельный закон биномиального распределения. Блуждания изотропной броуновской частицы. Максвелловское распределение частиц по скоростям.	1
4	1	Расчет вероятности перехода для процесса типа Башелье. Замена переменных. Приведение уравнения Фоккера-Планка к уравнению диффузии. Уравнение Фоккера-Планка в сферической и полярной системах координат.	1
5	2	Вывод динамического уравнения томпсоновского генератора в переменных Ван-дер-Поля методом медленно меняющихся амплитуд. Вращательное броуновское движение. Кинетика переходной плотности вероятности. Дипольный момент в электрическом поле.	3
6	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. Запись уравнения Фоккера-Планка для томпсоновского генератора.	2
7	4	Построение корреляционной функции случайного процесса, образующегося путем усреднения данного стационарного	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		случайного процесса по временному интервалу Т. Спектральные характеристики сглаживающего фильтра.	
8	4	Свойства функции корреляции и связанные с ней свойства случайной функции. Ограниченность смешанного момента. Положительная определенность. Свойства производных случайных функций.	1
9	5	Пуассоновская последовательность импульсов экспоненциальной формы. Расчет корреляционной функции и спектральной плотности случайного процесса. Лоренцева форма спектрального контура.	2
10	5	Метод Кирхгофа. Рассеяние света на слабых объемных неоднородностях. Борновское приближение. Распространение волн в среде с крупномасштабными неоднородностями.	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Белько, И.В. Теория вероятностей, математическая статистика, математическое программирование: Учебное пособие / Белько И.В., Морозова И.М., Криштапович Е.А. - М.:НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. - 299 с. ISBN 978-5-16-011748-5 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/542521
2. Бирюкова, Л.Г Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие / Бирюкова Л.Г., Бобрик Г.И., Матвеев В.И., - 2-е изд. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 289 с ISBN 978-5-16-011793-5 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/370899

5.2 Дополнительная литература

1. Подлесный, С. А., Зандер Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 352 с. - ISBN 978-5-7638-2263-2. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: - http://znanium.com/bookread.php?book=441113

5.3 Периодические издания

1. Журнал «Успехи физических наук».

5.4 Интернет-ресурсы

1. https://ufn.ru/ - журнал «Успехи физических наук».
2. http://kvant.mccme.ru/ - журнал «Квант»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. SMath Studio. Математическая программа с графическим редактором и полной поддержкой единиц измерения. Режим доступа: http://ru.smath.info/010
2. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: https://www.scopus.com/

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.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.