

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ИФФВТ  
от 24 мая 2023 г. протокол № 10

Председатель \_\_\_\_\_ (Рыбин В. В.)  
(подпись, расшифровка

подписи)



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>Статистическая радиофизика и нанооптика</b>
Факультет	<b>Инженерно-физический факультет высоких технологий</b>
Кафедра	<b>Кафедра Радиофизики и электроники</b>
Курс	<b>4</b>

Направление (специальность) 03.03.03 “Радиофизика”  
код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) \_\_\_\_\_

**Твердотельная электроника и наноэлектроника**  
полное наименование

Форма

обучения очная  
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **«01» сентября 2023 г.**

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 29.08 2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

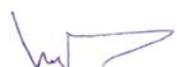
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Елисеева Светлана Вячеславовна	Кафедра Радиофизики и электроники	доцент, д.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой РФЭ



// Гурин Н.Т. /  
ФИО

Подпись

« 16 » мая 2023 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины:

**Целью освоения дисциплины** является подготовка физика к деятельности в области разработки и исследования статистической радиофизики и нанооптики, являющихся одним из важнейших компонентов современной электроники.

**Основными задачами** изучения дисциплины являются:

- изучение основных принципов статистической радиофизики и нанооптики и демонстрация этих принципов устройствах различного назначения;
- ознакомление с достижениями и перспективными направлениями развития нанооптики;
- формирование у студентов навыков исследования отдельных компонентов оптоэлектронных устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Статистическая радиофизика и нанооптика» (Б1.О.40) входит в базовую часть дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) бакалавров по направлению 03.03.03 «Радиофизика», преподается в 8-м семестре 4-ого курса бакалаврам очной формы обучения после завершения общего курса и базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах:

Методы математической физики  
Векторный и тензорный анализ  
Интегральные уравнения и вариационное исчисление  
Теоретические основы электрорадиотехники  
Микро- и наносхемотехника  
Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок  
Электродинамика СВЧ  
Интегральная и волоконная оптика  
Математический анализ  
Линейная алгебра и аналитическая геометрия  
Механика  
Молекулярная физика и термодинамика  
Электричество и магнетизм  
Колебания и волны, оптика  
Атомная и ядерная физика  
Теория вероятностей и математическая статистика  
Дифференциальные уравнения  
Теоретическая механика  
Электродинамика  
Квантовая механика  
Термодинамика и статистическая физика  
Теория колебаний  
Физика полупроводников  
Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах  
Радиоэлектроника  
Физическая электроника  
Полупроводниковая электроника

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Квантовая электроника  
 Практикум по квантовой электронике  
 Практикум по интегральной и волоконной оптике  
 Практикум по электронике  
 Научные основы школьного курса физики  
 Методика преподавания физики  
 Моделирование гуманитарных процессов  
 Физика активных элементов  
 Методы анализа, контроля и диагностики полупроводниковых устройств  
 Материалы электронной техники  
 Физика конденсированных сред  
 Физические основы технологии ИМС  
 Микро- и нанoeлектроника  
 Автоматизация эксперимента  
 Схемотехника  
 Микропроцессорные системы  
 Основы электро- и радиоизмерений  
 Основы радиоизмерений  
 Оптоэлектронные устройства  
 Оптические направляющие среды и пассивные компоненты ВОЛС  
 Проектная деятельность  
 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности  
 Преддипломная практика  
 Научно-исследовательская работа  
 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты  
 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена  
 Конструирование интегральных микросхем, микросборок и СВЧ-модулей  
 СВЧ полупроводниковые приборы и методы автоматизированного контроля электропараметров СВЧ-модулей

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие “входные” знания, умения, навыки и компетенции: базовые знания, умения, навыки в области общей и теоретической физики и радиофизики

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 Способен применять базовые знания в	ИД-1опк1 Знать фундаментальные законы физики и радиофизики ИД-1.1опк1

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	<p>Знать методику проведения учебных занятий в общеобразовательных и профессиональных образовательных организациях</p> <p>ИД-2опк1 Уметь применять физические законы для решения практических задач в области физики и радиофизики</p> <p>ИД-2.1опк1 Уметь проводить учебные занятия в общеобразовательных и профессиональных образовательных организациях</p> <p>ИД-3опк1 Владеть методами решения теоретических и практических задач в области физики и радиофизики</p> <p>ИД-3.1опк1 Владеть методикой проведения учебных занятий в общеобразовательных и профессиональных образовательных организациях</p>
---	--

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 4 ЗЕТ.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах): 144

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – очная)				
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам			
		5	6	7	8
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Аудиторные занятия:	66/66*				66/66*
• лекции	33/33*				33/33*
• семинары и практические занятия	33/33*				33/33*
• лабораторные работы, практикумы					
Самостоятельная работа	42/42*				42/42*
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	устный опрос; решение задач 36/36*				устный опрос; решение задач 36/36*
Курсовая работа	-				-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен				экзамен
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144/144*</b>				<b>144/144*</b>

\* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

количество часов работы ППС с обучающимися для проведения практики в дистанционном формате с применением электронного обучения

#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения – очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
<i>Раздел 1. Введение.</i>							
1. Введение	8	1	2			5	Устный опрос, решение задач
<i>Раздел 2. Основные свойства случайных процессов</i>							
1. Основные определения статистической радиофизики	9	2	2			5	Устный опрос, решение задач
2. Стационарные случайные процессы и их свойства.	8	1	2			5	Устный опрос, решение задач
3. Корреляционные функции и их свойства. АКФ и ВКФ. Кумулянты	8	1	2			5	Устный опрос, решение задач
<i>Раздел 3. Типы случайных процессов</i>							
1. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина	7	1	2			4	Устный опрос, решение задач
2. Белый шум, дробовой	7	1	2			4	Устный опрос,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

шум.Распределение Пуассона.							решение задач
3. Марковские процессы.Уравнение Смолуховского.Уравнение Колмогорова.Уравнение Фоккера-Планка.Кинетическое уравнение.	7	1	2			4	Устный опрос, решение задач
4. Квантовые флуктуации одной физической величины	7	1	2			4	Устный опрос, решение задач
5. Электромагнитные флуктуации.Черное излучение.Взаимодействие между твердыми телами.	7	1	2			4	Устный опрос, решение задач
6. Флуктуации в линейных цепях	8	1	2			5	Устный опрос, решение задач
7. Оптические метаматериалы со случайным близким к нулю показателем преломления	9	1	3			5	Устный опрос, решение задач
8.Уравнения распространения электромагнитных волн.Уравнения движения для материальных переменных.	8	1	2			5	Устный опрос, решение задач
9. Случайные процессы в оптических метаматериалах	8	1	2			5	Устный опрос, решение задач
Вид промежуточной							

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

аттестации (экзамен, зачет)	экзамен						экзамен
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>33</b>	<b>33</b>			<b>42</b>	<b>36</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Введение.

Тема 1. Предмет статистической радиофизики. Нанооптика.

### Раздел 2. Основные определения

Тема 1. Случайные величины. Вероятность. Плотность вероятности случайных процессов.

Тема 2. Математическое ожидание. Начальные моменты. Флуктуации.

### Раздел 3. Корреляционные функции

Тема 1. Определение корреляционной функции. Статистически независимые случайные процессы. АКФ и ВКВ.

Тема 2. Стационарные случайные процессы

Тема 3. Характеристические функции. Кумулянты

Тема 4. Спектральная плотность. Формулы Винера-Хинчина. Белый шум.

Тема 5. Кинетическое уравнение Больцмана

Раздел 4. Марковские процессы

Тема 1. Уравнение Смолуховского. Уравнение Колмогорова. Двумерные плотности вероятности.

Тема 2. Дробовой шум. Распределение Пуассона.

Тема 3. Тепловой шум.

Раздел 5. Квантовые флуктуации

Тема 1. Квантовые флуктуации одной физической величины.

Тема 2. Квантовые флуктуации двух физических величин. Электромагнитные флуктуации.

Тема 3. Черное излучение.

Тема 4. Взаимодействие между твердыми телами.

Тема 5. Флуктуации в линейных цепях.

Раздел 6. Нанооптика.

Тема 1. Уравнения распространения электромагнитных волн.

Тема 2. Уравнения движения для материальных переменных.

Тема 3. Метаматериалы со случайным близким к нулю показателем преломления.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

*Темы практических занятий соответствуют темам лекций*

### Раздел 1. Введение.

Тема 1. Предмет статистической радиофизики. Нанооптика.

### Раздел 2. Основные определения

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Тема 1. Случайные величины. Вероятность. Плотность вероятности случайных процессов.

Тема 2. Математическое ожидание. Начальные моменты. Флуктуации.

### **Раздел 3. Корреляционные функции**

Тема 1. Определение корреляционной функции. Статистически независимые случайные процессы. АКФ и ВКВ.

Тема 2. Стационарные случайные процессы

Тема 3. Характеристические функции. Кумулянты

Тема 4. Спектральная плотность. Формулы Винера-Хинчина. Белый шум.

Тема 5. Кинетическое уравнение Больцмана

Раздел 4. Марковские процессы

Тема 1. Уравнение Смолуховского. Уравнение Колмогорова. Двумерные плотности вероятности.

Тема 2. Дробовой шум. Распределение Пуассона.

Тема 3. Тепловой шум.

Раздел 5. Квантовые флуктуации

Тема 1. Квантовые флуктуации одной физической величины.

Тема 2. Квантовые флуктуации двух физических величин. Электромагнитные флуктуации.

Тема 3. Черное излучение.

Тема 4. Взаимодействие между твердыми телами.

Тема 5. Флуктуации в линейных цепях.

Раздел 6. Нанооптика.

Тема 1. Уравнения распространения электромагнитных волн.

Тема 2. Уравнения движения для материальных переменных.

Тема 3. Метаматериалы со случайным близким к нулю показателем преломления.

## **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМ**

Лабораторный практикум не предусмотрен УП.

## **8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

Контрольные, курсовые работы и рефераты не предусмотрены УП.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Случайные величины
2. Плотность вероятности
3. Математическое ожидание
4. Начальные моменты n-го порядка
5. Центральные моменты
6. Флуктуации
7. Коэффициент асимметрии
8. Коэффициент эксцесса
9. Корреляционная функция

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

10. Коэффициент корреляции.
11. Статистически независимые случайные процессы
12. Стационарные случайные процессы
13. АКФ и ВКФ
14. Характеристическая функция
15. Кумулянты
16. Спектральная плотность. Формулы Винера-Хинчина.
17. Белый шум
18. Кинетическое уравнение Больцмана.
19. Марковские процессы
20. Двумерная плотность вероятности.
21. Уравнение Смолуховского
22. Уравнение Колмогорова.
23. Дробовой шум
24. Распределение Пуассона
25. Тепловой шум
26. Теорема Котельникова об отсчетах
27. Квантовые флуктуации одной физической величины.
28. Формула Каллена-Вельтона.
29. Электромагнитные флуктуации
30. Черное излучение
31. Взаимодействие между твердыми телами
32. Флуктуации в линейных цепях.
33. Интегро-дифференциальное уравнение распространения электромагнитных волн.
34. Уравнения движения для материальных переменных
35. Оптические и магнитные метаматериалы
36. Показатель преломления
37. Оптические метаматериалы со случайным близким к нулю показателем преломления.
38. Усиленное оптическое пропускание
39. Широкополосное оптическое просветление

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

По данной дисциплине организуется и проводится внеаудиторная самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Самостоятельная работа по данной дисциплине состоит из следующих модулей:

- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к зачету.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

При подготовке к лабораторным занятиям и контрольным мероприятиям рекомендуется руководствоваться учебниками и учебными пособиями, в том числе и информацией, полученной в Internet.

Студентам рекомендуется следующий порядок организации самостоятельной работы над темами и подготовки к практическим занятиям:

- ознакомиться с содержанием темы;
- нужно составить себе общее представление об излагаемых вопросах;
- прочитать параграфы учебника, относящиеся к данной теме;
- перейти к тщательному изучению материала, усвоить теоретические положения и выводы, при этом нужно записывать основные положения темы (формулировки, определения, термины, воспроизводить отдельные схемы и чертежи из учебника).

Форма обучения – очная.

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Раздел 1. <b>Введение</b>	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	6	Устный опрос, экзамен
Раздел 2. <b>Основные определения</b>	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	11	Устный опрос, экзамен
Раздел 3. <b>Корреляционные функции</b>	проработка учебного материала, подготовка к сдаче экзамена	11	Устный опрос, экзамен

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная литература:

1. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490343>

2. Ефремов, Ю. С. Статистическая физика и термодинамика : учебное пособие для вузов / Ю. С. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 209 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05152-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514993>

3. Короленко, П. В. Когерентная оптика : учебное пособие для вузов / П. В. Короленко. — 3-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 184 с. — (Высшее образование). —





Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами по всем видам практик предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

доцент

С.В. Елисеева

(должность)

(ФИО)



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

*Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*

**1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

**3. eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий / Щуренко Ю.В. /  / 16.05.2024  
Должность сотрудника УИИТ ФИО подпись дата