

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ**

|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>   | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>                          | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>                           | <b>Б1.Ч.08</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                         | <b>3 семестр - 3;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                          | <b>108 часов</b>  |
| <b>Лекции</b>  | <b>3 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Практические занятия</b>                                      | <b>3 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Лабораторные работы</b>                                       | <b>3 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Консультации</b>  | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                    | <b>3 семестр - 59,7 часа;</b>                                   |
| <b>в том числе на КП/КР</b>                                      | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Иная контактная работа</b>                                    | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>включая:</b><br><b>Контрольная работа</b><br><b>Дискуссия</b> |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                                 |   |
| <b>Зачет с оценкой</b>   | <b>3 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Сапронов М.В.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rd33df1e8-SapronovMV-9c31c84d |

М.В. Сапронов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Скорнякова Н.М.                 |
|  | Идентификатор                                      | R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6 |

Н.М.  
Скорнякова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец   | Скорнякова Н.М.                 |
|  | Идентификатор                                      | R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6 |

Н.М.  
Скорнякова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение статистических характеристик устройств квантовой электроники и наноэлектроники, статистических методов анализа и обработки научной информации, получаемой с их помощью о параметрах физических процессов и систем в различных областях естествознания.

### Задачи дисциплины

- Изучение современных методов статистической обработки информации и современной аппаратуры для прикладного анализа случайных данных и характеристик шумовых флуктуаций в устройствах квантовой электроники.;

- Получение навыка работы с программным обеспечением, применяемым при статистической обработке данных и использования пакетов прикладных программ.;

- Освоение оптимальных методов восстановления сигналов на фоне шумов и аппаратных искажений, проведение компьютерной обработки многомерных сигналов..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения   |
|---|--|---|
| ПК-1 Способен проводить, сопровождать работы, организовывать обучение персонала по проектированию и конструированию лазерных и оптических измерительных приборов и комплексов | ИД-1ПК-1 Знает методику теоретических и экспериментальных исследований для разработки и создания новых квантово-оптических систем и комплексов           | знать:<br>- Принципы статистического подхода к теоретическому описанию оптического излучения. (КМ-1 и КМ-4).  |
| РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в своей профессиональной области  | ИД-1РПК-1 Знает средства программного моделирования и аппаратного макетирования области своей профессиональной деятельности                              | уметь:<br>- Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития квантовой электроники, а также обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач. (КМ-3 и КМ-4). |
| РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в своей профессиональной области  | ИД-2РПК-1 Владеет навыками программного моделирования, аппаратного макетирования и экспериментальных работ в области своей профессиональной деятельности | уметь:<br>- Синтезировать и исследовать модели объектов и процессов в системах квантовой электроники статистическими методами. (КМ-2 и КМ-4).   |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Лазерная и оптическая измерительная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основные законы физической и квантовой оптики.
- знать Основные типы фотоприемников оптического излучения.
- уметь Решать задачи физической и квантовой оптики.
- уметь Выполнять расчет систем квантовой электроники.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации                                  | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания   |   |
|-------|---|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|---|
|       |   |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |  |   |
|       |   |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |  |   |
| КПР   | ГК  | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |  |   |
| 1     | 2   | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15   |   |
| 1     | Статистические характеристики оптического поля  | 23.0                  | 3       | 4  | 4.0 | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 11                | -                                 | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Статистические характеристики оптического поля"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Статистические характеристики оптического поля" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br/>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Статистические характеристики оптического поля" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Статистические характеристики оптического поля" подготовка к выполнению</p> |   |
| 1.1   | Случайные переменные в оптике   | 8                     |         | 1  | 2   | 1  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 4                                 |  | - |
| 1.2   | Прохождение случайного светового сигнала через устройства, чувствительные к поляризации | 6.5                   |         | 1  | 0.5 | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 3                                 |  | - |
| 1.3   | Случайные процессы в оптике   | 8.5                   |         | 2  | 1.5 | 1  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 4                                 |  | - |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |   |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|---|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  | заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Статистические характеристики оптического поля"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 12 - 23 |
| 2   | Спектральный анализ случайного оптического поля         | 22 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Спектральный анализ случайного оптического поля"   |   |
| 2.1 | Фурье-преобразование случайный оптических сигналов      | 11 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 5  | - | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Спектральный анализ случайного оптического поля" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.  |   |
| 2.2 | Спектральное представление случайных процессов в оптике | 11 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 5  | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Спектральный анализ случайного оптического поля" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Спектральный анализ случайного оптического поля"<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а |   |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Спектральный анализ случайного оптического поля" материалу.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 33 - 48  |
| 3   | Теория частичной когерентности                        | 28 | 5 | 4 | 6 | - | - | - | - | - | 13 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Теория частичной когерентности"  |
| 3.1 | Комплексное представление случайного оптического поля | 10 | 1 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 5  | - | <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Теория частичной когерентности" материалу.   |
| 3.2 | Временная когерентность оптического излучения         | 9  | 2 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | 4  | - | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Теория частичной когерентности" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. |
| 3.3 | Пространственная когерентность оптического излучения  | 9  | 2 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | 4  | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Теория частичной когерентности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теория частичной когерентности"<br><b><u>Изучение материалов литературных</u></b>  |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | <b><u>источников:</u></b> [2], 2 - 16  |
| 4   | Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля     | 17 | 3 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 8 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля"<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля" материалу.  |
| 4.1 | Основы интерферометрических измерений когерентности                           | 10 | 2 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 5 | - | выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля" материалу.  |
| 4.2 | Измерение спектральной плотности оптических волн классическими спектрометрами | 7  | 1 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | 3 | - | <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b><br>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля" |



|  |                         |              |           |             |           |   |   |   |   |            |             |             |   |
|--|-------------------------|--------------|-----------|-------------|-----------|---|---|---|---|------------|-------------|-------------|---|
|  |                         |              |           |             |           |   |   |   |   |            |             |             | <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i><br>[3], 155 - 160, 166 - 178, 189 - 194, 200 - 210 |
|  | Зачет с оценкой         | 18.0         | -         | -           | -         | - | - | - | - | 0.3        | -           | 17.7        |   |
|  | <b>Всего за семестр</b> | <b>108.0</b> | <b>16</b> | <b>16.0</b> | <b>16</b> | - | - | - | - | <b>0.3</b> | <b>42</b>   | <b>17.7</b> |   |
|  | <b>Итого за семестр</b> | <b>108.0</b> | <b>16</b> | <b>16.0</b> | <b>16</b> | - | - | - | - | <b>0.3</b> | <b>59.7</b> |             |   |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Статистические характеристики оптического поля

#### 1.1. Случайные переменные в оптике

Задачи статистической оптики. Схема типичного оптического эксперимента. Источники статистичности.. Функции распределения случайных величин. Примеры.. Выборочные значения случайных величин. Гистограммные оценки плотности вероятности по массиву выборочных значений.. Плотность вероятности амплитуды и фазы поля теплового и лазерного излучения..

#### 1.2. Прохождение случайного светового сигнала через устройства, чувствительные к поляризации

Матрица когерентности.. Степень поляризации.. Плотность вероятности напряженности и мгновенной интенсивности хаотического и лазерного излучения..

#### 1.3. Случайные процессы в оптике

Физическая интерпретация моментов случайных оптических величин.. Характеристическая функция. Примеры из оптики. Расчет моментов.. Корреляционная, ковариационная и структурная функции случайного процесса.. Понятие стационарности и эргодичности случайного процесса. Примеры..

### 2. Спектральный анализ случайного оптического поля

#### 2.1. Фурье-преобразование случайных оптических сигналов

Одномерное и двумерное преобразование Фурье.. Спектральный анализ.. Понятие аппаратной и передаточной функции линейной системы.. Свойства преобразований Фурье.. Примеры преобразований Фурье, используемых в статистической оптике..

#### 2.2. Спектральное представление случайных процессов в оптике

Спектральная плотность случайного процесса. Свойства.. Теорема Винера-Хинчина.. Соотношение взаимности между временем корреляции и полосой частот процесса.. Физически реализуемая спектральная плотность.. Белый шум..

### 3. Теория частичной когерентности

#### 3.1. Комплексное представление случайного оптического поля

Аналитическое описание оптического поля.. Преобразование Гильберта.. Аналитическое представление квазимонохроматического сигнала..

#### 3.2. Временная когерентность оптического излучения

Понятия функции временной когерентности и односторонней спектральной плотности излучения.. Степень временной когерентности. Время когерентности.. Функция временной когерентности и односторонняя спектральная плотность ансамбля осцилляторов при естественном механизме релаксации.. Функция временной когерентности и односторонняя спектральная плотность ансамбля осцилляторов при доплеровском и диффузном механизме релаксации.. Временные когерентные свойства излучения тепловых источников.. Временная когерентность лазерного излучения..

#### 3.3. Пространственная когерентность оптического излучения

Распространение взаимной когерентности и взаимной спектральной плотности..  
Пространственная когерентность.. Теорема Ван-Циттерта-Цернике.. Примеры расчетов  
пространственной когерентности излучения хаотических источников.. Пространственная  
когерентность лазерного излучения..

#### 4. Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля

##### 4.1. Основы интерферометрических измерений когерентности

Методика измерения реальной части, модуля и фазы функции взаимной когерентности по  
схеме Юнга.. Интерферометрические схемы измерения временной когерентности..  
Интерферометрические схемы измерения пространственной когерентности.. Звездный  
интерферометр Майкельсона.. Интерферометрия интенсивностей. Эксперимент Брауна-  
Твисса.. Звездный интерферометр интенсивностей.. Электронные корреляторы..  
Осциллографический метод.. Фотонный коррелятор. Измерение корреляционных функций  
интенсивности на основе нелинейных оптических эффектов.. Лазерная интерферометрия  
интенсивности..

##### 4.2. Измерение спектральной плотности оптических волн классическими спектрометрами

Оптическая спектрометрия.. Аппаратная функция спектрального прибора..  
Сверхразрешение в классической спектроскопии..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Статистические характеристики оптического излучения. (2 часа);
2. Преобразования Фурье в статистической оптике. Спектральный анализ случайных  
оптических сигналов. (4 часа);
3. Комплексное представление оптических сигналов. (2 часа);
4. Статистические методы расчета пространственной и временной когерентности  
хаотичного и лазерного излучения. (4 часа);
5. Основы расчета схем интерференционных и спектральных приборов, используемых  
для измерения когерентности оптического излучения. (2 часа);
6. Прохождение случайного оптического излучения через поляризационные  
устройства. Матрица когерентности. (2 час).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Оценка моментов и моментных функций моделированных случайных данных.;
2. Генерация случайных чисел с заданной плотностью вероятности. Построение  
гистограмм.;
3. Математическое моделирование измерения плотности вероятности интенсивности  
поляризованного неполяризованного хаотичного излучения.;
4. Математическое моделирование измерения статистики фотоотсчетов..

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Статистические характеристики  
оптического поля"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Спектральный анализ случайного  
оптического поля"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теория частичной когерентности"

4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)   | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   | Оценочное средство (тип и наименование)                          |
|--|------------------|---|---|---|---|--|
|  |                  | 1   | 2 | 3 | 4 |  |
| <b>Знать:</b>  |                  |   |   |   |   |  |
| Принципы статистического подхода к теоретическому описанию оптического излучения. (КМ-1 и КМ-4)  | ИД-1ПК-1         | +   | + |   |   | Дискуссия/Защита лабораторных работ<br>Контрольная работа/Тест 1 |
| <b>Уметь:</b>  |                  |   |   |   |   |  |
| Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития квантовой электроники, а также обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач. (КМ-3 и КМ-4) | ИД-1РПК-1        |   |   |   | + | Дискуссия/Защита лабораторных работ<br>Контрольная работа/Тест 3 |
| Синтезировать и исследовать модели объектов и процессов в системах квантовой электроники статистическими методами. (КМ-2 и КМ-4)   | ИД-2РПК-1        |   | + | + |   | Дискуссия/Защита лабораторных работ<br>Контрольная работа/Тест 2 |

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест 1 (Контрольная работа)
2. Тест 2 (Контрольная работа)
3. Тест 3 (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторных работ (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Ахманов С. А., Дьяков Ю. Е., Чиркин А. С.- "Статистическая радиофизика и оптика", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2010 - (423 с.)  
[https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48263](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48263);
2. Смирнов, В. И. Фундаментальные пределы точности лазерных измерений : учебное пособие по курсу "Лазерные измерительные системы" по специальности "Квантовая и оптическая электроника" направления "Электроника и микроэлектроника" / В. И. Смирнов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 32 с. - ISBN 5-7046-1348-9 .;
3. Гудмен, Дж. Статистическая оптика : пер. с англ. / Дж. Гудмен . – М. : Мир, 1988 . – 528 с. - ISBN 5-03-001162-5 ..

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. SmathStudio.

##### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. **Научная электронная библиотека** - <https://elibrary.ru/>
4. **База данных ВИНТИ online** - <http://www.viniti.ru/>
5. **База данных журналов издательства Elsevier** - <https://www.sciencedirect.com/>
6. **Электронные ресурсы издательства Springer** - <https://link.springer.com/>
7. **База данных Web of Science** - <http://webofscience.com/>
8. **База данных Scopus** - <http://www.scopus.com>
9. **Национальная электронная библиотека** - <https://rusneb.ru/>
10. **ЭБС "Консультант студента"** - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. **Журналы American Chemical Society** - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. **Журналы American Institute of Physics** - <https://www.scitation.org/>
13. **Журналы American Physical Society** - <https://journals.aps.org/about>
14. **База данных издательства Annual Reviews Science Collection** - <https://www.annualreviews.org/>
15. **База данных Association for Computing Machinery Digital Library** - <https://dl.acm.org/about/content>
16. **Журналы издательства Cambridge University Press** - <https://www.cambridge.org/core>
17. **База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)** - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. **База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC)** - <http://search.ebscohost.com>
19. **База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing** - <http://search.ebscohost.com>
20. **Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания** - <https://iopscience.iop.org/>
21. **Журналы научного общества Optical Society of America (OSA)** - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. **Патентная база Orbit Intelligence компании Questel** - <https://www.orbit.com/>
23. **Журналы издательства Oxford University Press** - <https://academic.oup.com/journals/>
24. **База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global** - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. **Журналы Журналы Royal Society of Chemistry** - <https://pubs.rsc.org/>
26. **Журналы издательства SAGE Publication (Sage)** - <https://journals.sagepub.com/>
27. **Журнал Science** - <https://www.sciencemag.org/>
28. **Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library** - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. **Коллекция журналов Taylor & Francis Group** - <https://www.tandfonline.com/>
30. **Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG** - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. **Журналы издательства Wiley** - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. **Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)** - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. **Портал открытых данных Российской Федерации** - <https://data.gov.ru>
34. **База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ** - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. **База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ** - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. **База открытых данных Министерства экономического развития РФ** - <http://www.economy.gov.ru>
37. **База открытых данных Росфинмониторинга** - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. **Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ"** - <https://www.polpred.com>
39. **Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт»** - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>

40. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
42. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
43. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
44. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
45. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>
46. Информиио - <https://www.informio.ru/>
47. АНО «Россия – страна возможностей» - <https://rsv.ru/education/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование   | Оснащение  |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | А-103, Учебная аудитория каф. Физики  | парта, стол преподавателя, стул, экран, колонки  |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | А-103, Учебная аудитория каф. Физики  | парта, стол преподавателя, стул, экран, колонки  |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий                   | А-100/2, Учебная лаборатория "Физическая оптика и диагностика турбулентности" | кресло рабочее, стул, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, колонки, компьютер персональный, стенд учебный                |
|   | А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"               | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая  |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | А-103, Учебная аудитория каф. Физики  | парта, стол преподавателя, стул, экран, колонки  |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | НТБ-201, Компьютерный читальный зал   | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
|   | А-111/1, Компьютерный класс каф. Физики                                       | стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный           |
|   | А-111/2, Компьютерный класс каф. Физики                                       | стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютер персональный, принтер                        |
| Помещения для   | А-201/1, Кабинет  | стол, стул, шкаф для документов,   |



|  |  |  |
|--|--|--|
| консультирования   | сотрудников каф.<br>Физики                           | шкаф для одежды, компьютерная сеть<br>с выходом в Интернет, колонки,<br>компьютер персональный, принтер            |
| Помещения для<br>хранения оборудования<br>и учебного инвентаря | Б-101/1, Склад каф.<br>Физики им. В.А.<br>Фабриканта | стеллаж для хранения инвентаря,<br>инвентарь специализированный,<br>инвентарь учебный, книги, учебники,<br>пособия |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Статистические методы в квантовой электронике

(название дисциплины)

## 3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест 1 (Контрольная работа)  
 КМ-2 Тест 2 (Контрольная работа)  
 КМ-3 Тест 3 (Контрольная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторных работ (Дискуссия)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 16   |
| 1             | Статистические характеристики оптического поля  |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Случайные переменные в оптике   |            | +    |      |      | +    |
| 1.2           | Прохождение случайного светового сигнала через устройства, чувствительные к поляризации |            | +    |      |      | +    |
| 1.3           | Случайные процессы в оптике   |            | +    |      |      | +    |
| 2             | Спектральный анализ случайного оптического поля   |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Фурье-преобразование случайных оптических сигналов                                      |            | +    |      |      | +    |
| 2.2           | Спектральное представление случайных процессов в оптике                                 |            |      | +    |      | +    |
| 3             | Теория частичной когерентности  |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Комплексное представление случайного оптического поля                                   |            |      | +    |      | +    |
| 3.2           | Временная когерентность оптического излучения   |            |      | +    |      | +    |
| 3.3           | Пространственная когерентность оптического излучения                                    |            |      | +    |      | +    |
| 4             | Методы измерения статистических характеристик случайного оптического поля               |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Основы интерферометрических измерений когерентности                                     |            |      |      | +    | +    |
| 4.2           | Измерение спектральной плотности оптических волн классическими спектрометрами           |            |      |      | +    | +    |
| Вес КМ, %:    |   |            | 20   | 30   | 20   | 30   |