

**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**  
**ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ КВАНТОВО-ОПТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА**


<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.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 93,5 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>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Акентьев А.С.
	Идентификатор	Re543d542-AkentyevAS-7f7682a9

(подпись)


А.С. Акентьев

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)


Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основ поляризационного анализа анизотропных оптических элементов, математических моделей описания состояния поляризации электромагнитного излучения и принципов работы поляризационных квантово-оптических устройств.

### Задачи дисциплины

- обучение основным математическим моделям описания состояния поляризации электромагнитного излучения;
- приобретение навыков решения аддитивных и трансформативных задач;
- освоение принципов работы поляризационных квантово-оптических устройств;
- приобретение навыков анализа состояния поляризации электромагнитного излучения.

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-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Знает методы синтеза и исследования моделей	знать: - критерии выбора оптимальной математической модели описания состояния поляризации электромагнитного излучения для решения аддитивных задач лазерной и оптической измерительной электроники; - рекомендации по совершенствованию поляризационных квантово-оптических устройств; - критерии выбора оптимальной математической модели описания состояния поляризации электромагнитного излучения для решения трансформативных задач лазерной и оптической измерительной электроники; - способы анализа и применения поляризационных характеристик квантово-оптических устройств.

## 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 свойства электромагнитного излучения оптического диапазона длин волн
- знать основы векторной алгебры и математического анализа
- уметь применять навыки решения задач векторной алгебры и математического анализа

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Описание состояния поляризации излучения	42	1	10	-	7	-	-	-	-	-	25	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материалов по разделу "Описание состояния поляризации излучения" и подготовка к текущему контролю</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Описание состояния поляризации излучения" 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> Изучение материала по разделу "Описание состояния поляризации излучения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Описание состояния поляризации излучения"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
1.1	Общие сведения о поляризации света.	7		2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Математические способы описания состояния поляризации электромагнитного излучения	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
1.3	Суперпозиция излучений с различными состояниями поляризации (аддитивная поляризационная задача)	25		6	-	4	-	-	-	-	-	15	-	

													[1], 3-11, 12-22 [2], 9-21, 25-38 [3], 21-80	
2	Поляризационные устройства	66	22	-	9	-	-	-	-	-	-	35	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материалов по разделу
2.1	Преобразование состояния поляризации излучения анизотропными оптическими элементами (трансформативная задача поляризации)	35	12	-	6	-	-	-	-	-	-	17	-	Поляризационные устройства и подготовка к текущему контролю <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Поляризационные устройства" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
2.2	Поляризационные устройства	31	10	-	3	-	-	-	-	-	-	18	-	Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Поляризационные устройства" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Поляризационные устройства" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	-	33.5	[1], 23-34, 36-48 [2], 40-51, 53-61 [3], 205-249
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5		
	Итого за семестр	144.0	32	-	16	2	-	-	0.5	93.5				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Описание состояния поляризации излучения

1.1. Общие сведения о поляризации света.

Общие сведения о поляризации света..

1.2. Математические способы описания состояния поляризации электромагнитного излучения

Способы описания поляризации излучения. Естественная модель. Базовая модель. Вектор Джонса. Поляризационная переменная. Вектор Стокса. Матрица когерентности. Сфера Пуанкаре. Связь между различными моделями описания состояния поляризации излучения..

1.3. Суперпозиция излучений с различными состояниями поляризации (аддитивная поляризационная задача)

Аддитивная задача поляризации. Сложение двух частично поляризованных и частично когерентных излучений. Метод вычисления матрицы когерентности. Разделение на три канала. Суперпозиция излучений с близкими по значению частотами..

#### 2. Поляризационные устройства

2.1. Преобразование состояния поляризации излучения анизотропными оптическими элементами (трансформативная задача поляризации)

Трансформативная задача поляризации. Метод Джонса. Модификация метода Джонса для расчета преобразований частично поляризованного света. Аппарат векторов Стокса - матриц Мюллера. Решение трансформативной задачи для частично поляризованного излучения с помощью матрицы когерентности. Поляризационные элементы. Поляризационные преобразования на сфере Пуанкаре. Синтез поляризационных элементов. Решение трансформативных задач. Отражатели. Поляризационные свойства металлического зеркала. Интерференционные зеркала. Угловые отражатели. Диагностика состояния поляризации. Компенсаторы Бабиня и Солейля. Диагностика и формирование состояния поляризации света. Основные поляризационные приборы, задачи и методы поляризационных измерений. Поляризационные устройства на основе жидких кристаллов. Непланарная поляризационная система для наведения светового луча. Поляризационные устройства для селекции круговых поляризаций..

2.2. Поляризационные устройства

Поляризаторы. Общая характеристика поляризаторов. Поляризаторы, основанные на явлении дихроизма. Поляризаторы, основанные на явлениях отражения и преломления света. Стопа пластин. Поляризаторы на основе явления двулучепреломления. Поляризационные призмы. Призмы Рошона, Сенармона и Волластона. Фазовые пластинки на основе эффекта двулучепреломления, полного внутреннего отражения и эффекте Поккельса. Оптические вращатели: естественные и на основе эффекта двулучепреломления. Магнитооптические вращатели..

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

1. Состояние поляризации излучения при прохождении оптических трактов (решение трансформативных задач поляризации).;
2. Общие сведения о поляризации света. Математические модели описания состояния поляризации электромагнитного излучения.;
3. Поляризационные устройства: поляризаторы, фазовые пластинки, оптические



вращатели. Основные задачи и методы поляризационных измерений.;  
4. Суперпозиция излучений с различными состояниями поляризации (решение аддитивных задач поляризации)..

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Описание состояния поляризации излучения"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Поляризационные устройства"

### **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 (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)		Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	
<b>Знать:</b>				
способы анализа и применения поляризационных характеристик квантово-оптических устройств	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>	+		Контрольная работа/Способы описания состояния поляризации электромагнитного излучения
критерии выбора оптимальной математической модели описания состояния поляризации электромагнитного излучения для решения трансформативных задач лазерной и оптической измерительной электроники	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>		+	Контрольная работа/Преобразование состояния поляризации излучения анизотропным оптическим трактом
рекомендации по совершенствованию поляризационных квантово-оптических устройств	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>		+	Контрольная работа/Свойства поляризационных устройств
критерии выбора оптимальной математической модели описания состояния поляризации электромагнитного излучения для решения аддитивных задач лазерной и оптической измерительной электроники	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>	+		Контрольная работа/Суперпозиция излучений с различными состояниями поляризации

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

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

**1 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Преобразование состояния поляризации излучения анизотропным оптическим трактом (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Свойства поляризационных устройств (Контрольная работа)
2. Способы описания состояния поляризации электромагнитного излучения (Контрольная работа)
3. Суперпозиция излучений с различными состояниями поляризации (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

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

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

1. Ищенко, Е. Ф. Поляризационные устройства : Учебное пособие по курсу "Поляризационные устройства", по специальности "Оптико-электронные устройства и системы" / Е. Ф. Ищенко, А. Л. Соколов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 64 с. - ISBN 5-7046-0811-6 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4420](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4420);
2. Ищенко, Е. Ф. Поляризационный анализ. Ч.1. / Е. Ф. Ищенко, А. Л. Соколов . – М. : Знак, 1998 . – 208 с. : 11.27 .;
3. Е. Ф. Ищенко, А. Л. Соколов- "Поляризационная оптика", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "Физматлит", Москва, 2012 - (456 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457438>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Майнд Видеоконференции;
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)

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, ноутбук
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, ноутбук
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, ноутбук
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, 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 консультирования	А-201/1, Кабинет сотрудников каф. Физики	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А. Фабриканта	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Поляризационные квантово-оптические устройства

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Способы описания состояния поляризации электромагнитного излучения (Контрольная работа)
- КМ-2 Суперпозиция излучений с различными состояниями поляризации (Контрольная работа)
- КМ-3 Преобразование состояния поляризации излучения анизотропным оптическим трактом (Контрольная работа)
- КМ-4 Свойства поляризационных устройств (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Описание состояния поляризации излучения					
1.1	Общие сведения о поляризации света.		+			
1.2	Математические способы описания состояния поляризации электромагнитного излучения			+		
1.3	Суперпозиция излучений с различными состояниями поляризации (аддитивная поляризационная задача)			+		
2	Поляризационные устройства					
2.1	Преобразование состояния поляризации излучения анизотропными оптическими элементами (трансформативная задача поляризации)				+	
2.2	Поляризационные устройства					+
Вес КМ, %:			20	30	20	30