

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины  
«ИНФОРМАЦИОННАЯ ОПТИКА»  
для подготовки аспирантов по направлению  
12.06.01 – «Фотоника, приборостроение, оптические  
и биотехнические системы и технологии»  
по направленности  
«Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»

Санкт-Петербург

2016

## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№№ учебных планов:	7912070, 6912170, 5912170, 4912170, 4912030, 5912030, 6912030, 69112070, 4912130, 5912160, 4612160	6912173
Обеспечивающий факультет:	ФЭЛ	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра:	КЭОП	КЭОП
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3	3
Курс	1	1
Семестр	2	2
<b>Виды занятий</b>		
Лекции (академ. часов)	36	2
Практические занятия (академ. часов)	0	0
Лабораторные занятия (академ. часов)	0	0
Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов)	36	2
Самостоятельная работа (академ. часов)	72	106
Всего (академ. часов)	108	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		
Дифференцированный зачет (семестр)	2	2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КЭОП 16.03.2016, протокол № 2.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета ФЭЛ 24.03.2016, протокол № 3.

## **АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** **«ИНФОРМАЦИОННАЯ ОПТИКА»**

Информационная оптика – одно из новых направлений современной науки, связанное с широким внедрением оптики в информатику. Предметом информационной оптики являются физические принципы и методы, предназначенные для получения, передачи, хранения, обработки и отображения информации при помощи электромагнитных волн оптического диапазона. Курс «Информационная оптика» - одна из базовых дисциплин подготовки аспирантов по специальности «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы». Основные разделы курса посвящены глубокому изучению процессов генерирования и распространения электромагнитных волн в изотропных и анизотропных средах, явлений интерференции и дифракции, голографии, геометрической, интегральной и нелинейной оптики. Курс включает практические занятия, содержание которых направлено на освоение аспирантами навыков применения теоретических знаний для решения конкретных задач, связанных с получением и обработкой информации оптическими методами.

### **SUBJECT SUMMARY** **"INFORMATIONAL OPTICS"**

Informational optics is one of the new scientific areas emerged as a result of the wide implementation of optics in informational technologies. The main subjects of informational optics are physical principles and methods for producing, transmission, storage and displaying of information by means of optical radiation. The course "Informational optics" is one of the basic courses of the PhD program "Optical and Optoelectronic Devices and Systems". The course covers following topics: generation and propagation of electromagnetic waves in isotropic and anisotropic media, interference and diffraction phenomena, holography, geometrical optics, nonlinear optics. Apart from lectures the course also includes practical trainings aimed at solving of the real-life problems related to optical information processing

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

- 1. Изучение закономерностей связанных с генерированием и распространением излучения оптического диапазона в различных средах, изучение основных физических явлений, лежащих в основе информационной оптики и принципов работы основных типов оптических приборов.**
- 2. Формирование навыков проведения расчетов, необходимых для получения и обработки информации оптическими методами.**
- 3. Практическое освоение основных оптических методов получения и обработки информации**

Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в матрице компетенций, прилагаемой к ОПОП.

Настоящая программа составлена на основе «Программы кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальным дисциплинам», утвержденной приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. № 274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный № 10363).

## **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Для УП 7912070

Дисциплина «Информационная оптика» относится к вариативной части ООП. Дисциплина изучается на основе ранее освоенной дисциплины учебного плана «Проблемы современной фотоники» и общенаучных дисциплин, а также знаний, полученных при освоении программы магистратуры или специалитета

Дисциплина «Информационная оптика» обеспечивает изучение последующей дисциплины «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» и обеспечивает подготовку выпускной научной квалификационной работы (диссертации).

Для УП 6912070

Дисциплина «Информационная оптика» относится к вариативной части ООП. Дисциплина изучается на основе освоенных ранее общенаучных дисциплин, а также знаний, полученных при освоении программы магистратуры или специалитета.

Дисциплина «Информационная оптика» обеспечивает изучение последующей дисциплины «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» и обеспечивает подготовку выпускной научной квалификационной работы (диссертации).

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Введение (2 акад часа).**

Предмет дисциплины – “Информационная оптика”, ее место в современной физике. Положение дисциплины “Информационная оптика” в учебном плане подготовки аспирантов, ее значение и связь с циклами общепрофессиональных и специальных дисциплин по оптической и квантовой электронике.

Основные характеристики электромагнитного поля. Спектр электромагнитных волн. Оптический диапазон волн - его особенности и области применения.

### **Тема 1. Основные понятия теории информации и ее приложение к оптике (2 акад часов)**

Система передачи информации. Сигналы, их свойства, преобразования и характеристики. Оптические сигналы. Обработка оптических сигналов в каналах связи.

### **Тема 2. Свойства электромагнитных волн (8 акад часов).**

Уравнения Максвелла и основные следствия из них. Волновое уравнение. Метод комплексных амплитуд для описания электромагнитного поля. Уравнения Максвелла и волновые уравнения Гельмгольца в комплексной форме. Плотность потока энергии и импульса электромагнитных волн (изучается самостоятельно). Поляризация света. Суперпозиция линейно поляризованных волн. Эллиптическая и круговая поляризация.

Усреднения в оптике. Спектральный состав функций. Ряд Фурье. Интеграл Фурье. Спектр изолированного прямоугольного импульса. Вычисления с комплексными векторными величинами.

Энергетические и светотехнические единицы, их связь.

### **Тема 3. Распространение излучения в изотропных средах. Явления на границе раздела сред (14 акад. часов).**

Распространение света в диэлектриках. Классическая теория дисперсии. Нормальная и аномальная дисперсия. Оптические свойства сред. Распространение волнового пакета.

Отражение и преломление света на границе раздела сред. Формулы Френеля. Явление Брюстера. Степень поляризации (изучается самостоятельно).

Полное внутреннее отражение света. Глубина проникновения преломленной волны. Фазовые соотношения компонентов отраженной волны. Практическое применение явления полного отражения.

Распространение света в проводящих средах. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Глубина проникновения. Среды с малой электропроводностью. Отражение света от проводящих поверхностей. Связь между поглощающей и отражательной способностью.

#### **Тема 4. Распространение света в анизотропных средах (14 акад. часов).**

Описание анизотропных сред. Тензор диэлектрической проницаемости. Плоская электромагнитная волна в анизотропной среде. Уравнение Френеля. Типы возможных волн. Одноосные и двухосные кристаллы. Эллипсоид волновых нормалей. Эллипсоид лучевых скоростей.

Двойное лучепреломление. Построение Гюйгенса. Поляризационные и двоякопреломляющие призмы. Поляроиды (изучается самостоятельно).

Искусственная анизотропия. Анизотропия при деформациях. Электрооптический эффект. Эффект Покельса. Магнитооптический эффект.

Вращение плоскости поляризации. Оптическая изомерия (изучается самостоятельно).

#### **Тема 5. Интерференция света (16 акад. часа).**

Двухлучевая интерференция. Интерференция немонохроматического света. Принцип Фурье-спектроскопии. Источник конечного размера. Временная и пространственная когерентность. Типы интерферометров (изучается самостоятельно).

Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо. Интерференционные фильтры.

Интерференция в тонких пленках. Многослойные диэлектрические пленки. Матричный метод расчета многослойных пленок (изучается самостоятельно).

Частичная когерентность. Функция взаимной когерентности. Комплексная степень когерентности. Частичная поляризация. Матрицы когерентности квазимонохроматической плоской волны.

### **Тема 6. Дифракция света (16 акад. часа).**

Дифракция Френеля. Дифракция на полубесконечном крае. Параметр дифракции (изучается самостоятельно).

Дифракция Фраунгофера. Дифракция на щели. Дифракция на круглом отверстии. Дифракционные решетки. Фазовые решетки. Дифракция на ультразвуковой волне.

Основные характеристики спектральных приборов.

Основные понятия Фурье-оптики. Линза как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. Формирование изображения линзой. Пространственная фильтрация изображений.

Дифракция гауссова пучка. Оптические резонаторы (изучается самостоятельно).

### **Тема 7. Основы голографии (10 акад. часов).**

Особенности голографического изображения. Голограмма точечного объекта. Схемы голографирования. Получение голограмм прозрачных объектов. Толстослойные голограммы. Применение голографии.

### **Тема 8. Геометрическая оптика (15 акад. часа).**

Уравнение эйконала. Принцип Ферма. Распространение луча в среде с переменным показателем преломления.

Свойства оптической системы в параксиальной области. Идеальная оптическая система. Матричный метод расчета оптической системы. Построение изображений.

Аберрации оптических систем: хроматические аберрации, монохроматические аберрации (изучается самостоятельно).

Ограничение пучков в оптических системах. Входной и выходной зрачок. Апертурная диафрагма. Диафрагма поля зрения. Входной и выходной люк.

Оптический прибор как передатчик световой энергии. Светосила оптического прибора. Потери света в оптическом приборе (изучается самостоятельно).

### **Тема 9. Рассеяние света (5 акад. часов).**

Природа процессов рассеяния. Типы рассеяния. Релеевское рассеяние. Закон Релея. Ослабление рассеянного излучения. Рассеяние Ми. Распределение интенсивности по углам и поляризация рассеянного излучения. Рассеяние Мандельштамма-Бриллюэна. Комбинационное рассеяние (изучается самостоятельно).

### **Тема 10. Излучение абсолютно черного тела (4 акад. часов).**

Равновесная плотность излучения. Законы Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Концентрация мод колебаний. Закон Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.

Элементарная квантовая теория. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Оптические усилители и генераторы света. Основные характеристики некоторых типов лазеров (изучается самостоятельно).

**Заключение (2 акад часа).** Основные тенденции развития оптики. Пути дальнейшего изучения данного предмета в университете.

## **Реферат**

В рефератах должны быть освещены вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение, либо не вошедшие в программу дисциплины. Тема реферата выбирается аспирантом из предложенного списка и согласовывается с преподавателем. Объем реферата должен быть не менее 16 стр (шрифт 14 pt, межстрочный интервал 1,5), должно быть использовано не менее 5 литературных источников (некорректные заимствования не допускаются). По материалам ре-

ферата аспирантом должен быть сделан устный доклад на одном из практических занятий.

Примерные темы рефератов. Реферат выполняется по тематике будущей диссертации по согласованию с руководителем аспиранта.

В том случае, когда дисциплина реализуется в группах с малой численностью, по договоренности между научным руководителем аспиранта и преподавателем, ответственным за дисциплину «Информационная оптика», соотношение между количеством часов, отводимых на изучение отдельных тем дисциплины, может быть изменено, при обязательном условии выделения минимально необходимого количества часов на каждый раздел.

В этом случае занятия по отдельным разделам могут проходить в виде установочной лекций, выдачи и объяснения задания по теме, а текущая аттестация может проходить в виде представления и защиты аспирантом выполненного задания.

Общие рекомендации по выполнению индивидуальных заданий доступны для аспиранта в печатном или электронном виде (на сайте Университета), либо аспирант может получить рекомендации у преподавателя, отвечающего за дисциплину, в часы консультаций. Задание формулируется с учетом тематики диссертационного исследования аспиранта в рамках изучаемой дисциплины.

# **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

<b>№</b>	<b>Название, библиографическое описание</b>	<b>Семестр</b>	<b>К-во экз. в библ. (на каф.)</b>
<b>Основная литература</b>			
1	Бутиков Е.И. Оптика. Учеб. пособие - СПб.: ВНВ, 2003-480 с.	2	15
2	Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика – М.: Изд. МГУ, 2004	2	10
3	Василевский А.М., Коноплев Г.А. Физические основы информационной оптики: Лабораторный практикум по дисциплине «Основы информационной оптики»-СПб: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2006- 88с	2	22
<b>Дополнительная литература</b>			
1	Евтихиев Н.Н. Информационная оптика / Евтихиев Н.Н. – М.: Изд. МЭИ, 2000	2	30
2	Борн М., Вольф Э. Основы оптики - М.: Наука ,1973	2	4
3	Ландсберг Г.С. Оптика.- М.: Наука, 1976, 2003	2	12 4
4	Апенко М.И., Дубовик А.С. Прикладная оптика - М.: Наука.1982.- 352 с.	2	4
5	Матвеев А.Н. Оптика.- М.: Высш.шк., 1985.- 351с	2	19
6	Электрооптические и магнитооптические эффекты: метод. указания по дисциплине “Оптика и теория оптических приборов”/ Сост.: А.М. Василевский, В.Н. Гульков, А.Г. Селицкий; / СПбГЭТУ. СПб., 1998, 38 с.	2	9

	Бережной А.А.. Мезенов А.В., Степанов А.И.		
7	Фотофизика оптических материалов: Учеб. пособие – СПб: СПбГЭТУ(ЛЭТИ),1998- 100 с.	2	46

Зав. отделом учебной литературы *Киселева* Т.В. Киселева

*20. 10. 17.*

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№	Электронный адрес
1	Родионов С.А. Электронный учебник по курсу "Основы оптики" <a href="http://aco.ifmo.ru/el_books/basics_optics/">http://aco.ifmo.ru/el_books/basics_optics/</a>
2	Иванова Т.В. Введение в прикладную и компьютерную оптику. Конспект лекций. <a href="http://aco.ifmo.ru/el_books/introduction_into_specialization/">http://aco.ifmo.ru/el_books/introduction_into_specialization/</a>

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, включая перечень экзаменационных вопросов (Приложение 1), а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин (содержащиеся в ООП) доводятся до сведения обучающихся на первом занятии.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**Разработчик**

д.т.н., проф.



Василевский А.М.

**Рецензент**

к.т.н., доц.



Смирнов Е. А.

**Зав. каф. КЭОП.**

д.т.н., проф.



Афанасьев В.П.

**Декан ФЭЛ**

д.ф.-м.н., проф.



Соломонов А.В.

**Согласовано**

**Председатель УМК ФЭЛ**

к.т.н., доц.



Александрова О.А.

**Начальник МО**

д.т.н., проф.



Грязнов А. Ю.

**Зав. отделом докторантуры и аспирантуры**

к.т.н.



Погодин А.А.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ