

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО

УМС ИЯФИТ Протокол №01/423-573.1 от 20.04.2023 г.

НТС ЛАПЛАЗ Протокол №1/04-577 от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИЧЕСКАЯ ОПТИКА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки

[2] 01.03.02 Прикладная математика и информатика

[3] 14.03.02 Ядерная физика и технологии

[4] 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

[5] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	4	144	16	32	16	44	0	Э
Итого	4	144	16	32	16	0	44	0

## **АННОТАЦИЯ**

Курс является одним из центральных в обучении бакалавров по профилю физики твердого тела.

Излагается теория излучения электромагнитных волн.

Из уравнений Максвелла строится геометрооптическое приближение, и выводятся основные законы геометрической оптики.

Рассматриваются вопросы дифракции и интерференции света, отражение и преломление световых волн на границе раздела.

Далее обсуждаются механизмы взаимодействия излучения с заряженными частицами, эффект Вавилова-Черенкова, описываются современные методы лазерного ускорения частиц.

В конце курса даётся квантовая теория излучения.

Обсуждаются законы взаимодействия электромагнитного излучения с атомами и молекулами, необходимые для описания современных достижений физики лазеров.

Проводится обзор современных достижений лазерной физики, оптических и синхротронных методов исследований.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Излагается теория излучения электромагнитных волн.

Из уравнений Максвелла строится геометрооптическое приближение, и выводятся основные законы геометрической оптики.

Рассматриваются вопросы дифракции и интерференции света, отражение и преломление световых волн на границе раздела.

Далее обсуждаются механизмы взаимодействия излучения с заряженными частицами, эффект Вавилова-Черенкова, описываются современные методы лазерного ускорения частиц.

В конце курса даётся квантовая теория излучения.

Обсуждаются законы взаимодействия электромагнитного излучения с атомами и молекулами, необходимые для описания современных достижений физики лазеров.

Проводится обзор современных достижений лазерной физики, оптических и синхротронных методов исследований.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Данная дисциплина готовит студентов к научной деятельности в области физики лазеров, исследования вещества оптическими и рентгеновскими методами.

Предполагается, что студент знаком с содержанием основных разделов курсов «Высшей математики» и «Общей физики». Приобрел начальную практику выполнения и обработки результатов экспериментальных работ в учебных физических лабораториях.

### **3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1, 2, 3, 4, 5] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	3-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-3 [1, 2, 3, 4, 5] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	3-УК-3 [1, 2, 3, 4, 5] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1, 2, 3, 4, 5] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1, 2, 3, 4, 5] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-6 [1, 2, 3, 4, 5] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	3-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной

<p>Духовно-нравственное воспитание</p>	<p>ответственности ученого (B2) Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (B3)</p>	<p>направленности. 1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.</p>
<p>Профессиональное и трудовое воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного</p>

		<p>видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за</p>

		<p>принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	8/16/8		25	КИ-8	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3,

							3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Часть 2	9-16	8/16/8		25	КИ-16	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/32/16		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	Э	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
КИ	Контроль по итогам

Э	Экзамен
---	---------

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	32	16
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	8	16	8
1	<b>Тема 1</b> Микроскопические и макроскопические уравнения Максвелла, их происхождение. Распространение электромагнитных волн в вакууме и сплошной однородной изотропной среде. Виды сред и их откликов. Вывод волнового уравнения. Решения волнового уравнения в виде плоских и сферических монохроматических волн. Распространение энергии и вектор Пойнтинга (изотропный случай).	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Тема 2</b> Векторные волны. Свойство поперечности электромагнитной волны. Полная, естественная и частичная поляризация. Матрица когерентности. Степень поляризации. Виды полной поляризации. Понятие двулучепреломления. Схемы поляризаторов, закон Малюса.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Тема 3</b> Распространение ЭМВ в анизотропных средах. Одноосные и двухосные кристаллы. Обыкновенная и необыкновенная волна. Распространение энергии. Набор примеров применения: эффект Поггеля, эффект Фарадея, оптическая индикатриса, коноскопические фигуры, поляриметрия.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Тема 4</b> Отражение и преломление поляризованного света. Формулы Френеля. Угол Брюстера, угол полного внутреннего отражения. Стопа Столетова. Просветляющие покрытия и понятие интерференции. Распространение импульса по оптоволокну.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Тема 5</b> Фурье-разложение светового импульса во времени и пространстве. Спектроскопия, преобразование светового пучка пространством и линзой. Принцип суперпозиции. Дифракция Френеля и Фраунгофера качественно, дифракция Фраунгофера как фурье-разложение. Гауссов пучок, его распространение, преобразование линзой, свойства гауссова пучка (каустическая поверхность, перетяжка, угол расходимости, поперечное распределение, изменение волнового фронта).	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Тема 6</b> Геометрическая оптика: принцип Ферма, переход к медленным переменным, условия применимости,	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		



	параксиальное приближение, распространение в однородной изотропной среде, законы отражения и преломления, зеркала и преломляющие поверхности вращения. Матричная оптика: основные принципы, расчет матриц основных оптических элементов, преобразования радиусов волнового фронта. Правила знаков в матричной и геометрической оптике. Неидеальность оптических поверхностей. Понятие об аберрациях света и разрешающей способности оптических систем.	0	0	0
7	<b>Тема 7</b> Двухлучевая интерференция. Полосы равного наклона и равной толщины. Типы интерферометров. Интерферометры Юнга, Маха-Цендера, Майкельсона, звездный интерферометр Майкельсона. Интерферометрия как метод исследований в физике плазмы и космических исследованиях. Пространственная и временная когерентность. Радиоинтерферометрия. Корреляционные функции, автокорреляция сигнала.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Тема 8</b> Многочуевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо, его характеристики, использование для спектроскопии. Принцип работы лазера. Замкнутый резонатор, открытый резонатор. Оптические резонаторы лазеров: различные схемы, устойчивость резонатора, добротность. Поперечные и продольные моды. Понятие цилиндрических векторных пучков.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Часть 2</b>	8	16	8
9	<b>Тема 9</b> Общий принцип дифракции и интерференции: принцип суперпозиции полей. Дифракция Френеля в цилиндрически симметричном случае: отверстие и диск. Зоны Френеля, спираль Френеля. Зонные пластинки, амплитудные, фазовые шаблоны. Плоские линзы (прожектора, фары) и рентгеновская оптика. Дифракция Френеля в одномерном случае: полуплоскость, щель, полоса. Спираль Корню.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Тема 10</b> Дифракция Фраунгофера на щели, квадратном и круглом отверстии. Дифракция Фраунгофера как преобразование Фурье. Дифракционные решетки: общая формула, картина дифракции. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Разрешение и область дисперсии. Амплитудные, отражательные, фазовые решетки. Одномерные, двумерные и трехмерные решетки. Дифракция на кристаллах и рентгеноструктурный анализ, рентгеновские методы исследования вещества.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Тема 11</b> Скалярный и векторный потенциал ЭМП. Волновые уравнения для запаздывающих потенциалов. Понятие дальней (волновой) зоны. Мультипольное разложение. Дипольное излучение в классической оптике, диаграмма направленности, интенсивность, полная мощность. Излучение движущегося заряда: циклотронное и	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0

	синхротронное излучение. Эффект Вавилова-Черенкова, эффект Доплера. Методы лазерного ускорения частиц: ультракороткие импульсы, СРА/ОРСРА (пример на применение дифракционных решеток и нелинейных сред).			
12	<b>Тема 12</b> Классический линейный осциллятор в поле ЭМВ и ансамбль осцилляторов. Дисперсия среды: диэлектрическая проницаемость, коэффициент преломления, коэффициент поглощения, нормальная и аномальная дисперсия. Сечения истинного, полного поглощения. Физика поглощения и рассеяния, отражения и преломления. Предельные случаи: рэлеевское рассеяние (в атмосфере), томпсоновское рассеяние на свободных электронах, резонансная флуоресценция. Зондирование плазмы радиоволнами. Рентгеновское поглощение и метод XAFS. Аномальная (резонансная) рентгеновская дифракция.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Тема 13</b> Уширение линий поглощения и излучения: естественная, столкновительная, доплеровская ширина в газах, штарковское уширение в кристаллах и уширение за счет столкновений с фононами решетки. Фазовая и групповая скорость, распространение импульса в среде с дисперсией. Элементы нелинейной оптики.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Тема 14</b> Атомные спектры. Понятие квантования ЭМП, мультипольного разложения и свойств фотона. Одноэлектронные и многоэлектронные спектры. Спектры ионизированной плазмы. L-S и j-j-связь. Происхождение номенклатуры уровней и правил отбора. Заполнение уровней. Молекулярные спектры: колебательные и вращательные уровни и правила отбора. Схемы переходов известных лазеров.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Тема 15</b> Квантовая физика излучения. Тепловое излучение (модель замкнутого резонатора, формула Планка). Принцип действия лазера. Порог генерации. Усиление. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна (термодинамический подход). Сечение спонтанного и вынужденного излучения, безызлучательные процессы, трех- и четырехуровневые схемы, время жизни уровня. Кратность вырождения, распределения Больцмана, Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна для квантовых частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
16	<b>Тема 16</b> Квантовый ансамбль двухуровневых атомов. Матрица плотности. Скоростные уравнения для населенностей и поляризации. Времена релаксации. Применение лазерной физики, синхротронного излучения и оптических методов для исследований вещества.	Всего аудиторных часов		
		1	2	1
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 2	<b>Вводная лекция и инструктаж по технике безопасности</b> Вводная лекция по оформлению лабораторных работ, содержанию отдельных лабораторных, эффектам и методам расчета, на которые надо обратить внимание, рекомендуемая литература. Инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных работ.
3 - 8	<b>Выполнение лабораторных работ</b> Работы выполняются в подгруппах по 2-3 человека по индивидуальному плану. Каждый студент должен выполнить определенное количество работ из следующего списка:  Изучение разрешающей способности объективов Исследование оптических неоднородностей в газодинамических и плазменных потоках с помощью интерферометра Маха-Цендера Дифракция Френеля Дифракция Фраунгофера Интерферометр Фабри-Перо  Порядок выполнения работ и конкретное распределение студентов по подгруппам определяются с учётом тематики и профиля НИР студентов.
9 - 16	<b>Выполнение лабораторных работ</b> Выполняются работы из вышеприведенного списка в соответствии с индивидуальным графиком

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 2	<b>Тема 1</b> Распространение плоских и сферических волн, их свойства, энергетика, интенсивность и мощность.

	Операции с тензорами – умение выводить основные векторные соотношения, подготовка к выводу формул для анизотропных сред.
3 - 4	<b>Тема 2</b> Поляризация и поляризаторы. Анализ поляризации света. Двулучепреломление в одноосных кристаллах. Пластинки в полволны и четверть волны.
5 - 6	<b>Тема 3</b> Формулы Френеля. Стопа Столетова, угол Брюстера, просветляющие покрытия. Спектральные разложения и фурье-анализ.
7 - 8	<b>Тема 4</b> Геометрическая оптика: принцип Ферма, преломляющие поверхности, основные плоскости и правила знаков, построение изображений. Матричная оптика: вывод формул для стандартных элементов матричным методом. Двухлучевая интерференция: полосы равного наклона и равной толщины, двухлучевые интерферометры. Интерферометр Фабри-Перо.
9 - 10	<b>Тема 5</b> Дифракция Френеля на отверстиях, щели и других шаблонах, амплитудных и фазовых. Дифракция Фраунгофера на щели и решетке. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
11 - 12	<b>Тема 6</b> Дипольное излучение. Излучение движущихся источников заряда. Дисперсия, исследование плазмы, поглощение и рассеяние, фазовая и групповая скорость.
13 - 14	<b>Тема 7</b> Атомные и молекулярные спектры, распределение Больцмана, кратность вырождения уровней.
15 - 16	<b>Тема 8</b> Тепловое излучение. Лазеры. Спонтанное и вынужденное излучение в лазерах, безызлучательные процессы. Сечения, скорости переходов, времена жизни уровней, физика лазерных переходов, уширение линий.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Программой курса предусмотрено, что студент должен продемонстрировать результаты освоения методов физической оптики в рамках самостоятельной работы при решении Большого домашнего задания.

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторские занятия в виде лекций и также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в изучении материала, повторении ранее пройденных тем, подготовке к письменным тестам. Для того чтобы дать современное состояние физической оптики, предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме, посещение лабораторий НИЯУ МИФИ. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, проводимых в НИЯУ МИФИ, а также в других московских университетах и институтах.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16
УК-3	З-УК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УК-3	Э, КИ-8, КИ-16
УК-6	З-УК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УК-6	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УК-6	Э, КИ-8, КИ-16

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89		B	
75-84	4 – «хорошо»	C	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
70-74		D	
65-69		E	
60-64	3 – «удовлетворительно»		

			изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ S96 Principles of Lasers : , Boston, MA: Springer US, 2010
2. ЭИ И 83 Задачи по квантовой физике : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2020
3. ЭИ И 83 Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов, Москва: Лаборатория знаний, 2021
4. ЭИ Б 82 Лазеры: устройство и действие : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. ЭИ Е 91 Оптика: основы инфракрасной фурье-спектрометрии : учебное пособие для спо, Москва: Юрайт, 2021
6. ЭИ З-43 Оптические материалы : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
7. ЭИ С 78 Основы оптики : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
8. ЭИ С 81 Физика рентгеновского излучения : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
9. ЭИ М 91 Физика: колебания, оптика, квантовая физика : учебное пособие для спо, Москва: Юрайт, 2022
10. ЭИ И 83 Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2021
11. ЭИ М12 Эффект Фарадея в магнитных плёнках : лабораторный практикум по курсу физики конденсированного состояния: учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
12. ЭИ З-55 Лабораторная работа "Изучение интерферометра Фабри-Перо" : учебное пособие для вузов, Е. Е. Земсков, Н. П. Калашников, Д. А. Самарченко, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
13. 537 З-43 Принципы лазеров : , О. Звелто, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 681.7 О-62 Оптические устройства измерений в физике высоких плотностей энергии : монография, Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2020
2. 53.01 В 75 Современная классическая (неквантовая) теория теплового излучения : , Санкт-Петербург: НПК Правда, 2021
3. 620 Ф50 Физическое материаловедение Т.4 Радиационная физика твердого тела. Компьютерное моделирование, : МИФИ, 2021
4. 621.37 Г70 Оптические микрорезонаторы с гигантской добротностью : , М. Л. Городецкий, : Физматлит, 2011
5. 535 А95 Физическая оптика : учебник для вузов, С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин, Москва: Наука, 2004

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

В результате освоения данной дисциплины студент должен знать основные понятия, методы, законы и уравнения физической оптики.

Должен научиться использовать методы физической оптики применительно к исследованию распространения оптического излучения в различных средах, знать основные экспериментальные методики, основанные на принципах физической оптики.

### **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

В результате освоения данной дисциплины студент должен знать основные понятия, методы, законы и уравнения физической оптики.

Должен научиться использовать методы физической оптики применительно к исследованию распространения оптического излучения в различных средах, знать основные экспериментальные методики, основанные на принципах физической оптики.

Автор(ы):

Кашурникова Ольга Владимировна

Маймистов Андрей Иванович, д.ф.-м.н., профессор