

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

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, экс./зач./КР/КП
5	2	72	18	18	0	36	0	З
6	3-4	108- 144	18	36	0	18-54	0	Э
Итого	5-6	180- 216	36	54	0	54-90	0	

АННОТАЦИЯ

Излагается теория излучения электромагнитных волн. На примере классического осциллятора определяется константа радиационного затухания, и исследуются процессы поглощения и рассеяния света. Из уравнений Максвелла строится геометрикооптическое приближение, и выводятся основные законы геометрической оптики.

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

Излагается макроскопическая теория дисперсии – формулы Крамерса-Кронига. На основе подхода, использующего уравнение для матрицы плотности, строится микроскопическая теория дисперсии в окнах прозрачности и теория резонансного взаимодействия света с атомами и молекулами. Излагается теория охлаждения атомов лазерным полем, и рассматриваются современные схемы охлаждения атомов и ионов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные задачи курса – проиллюстрировать на примерах точно решаемых задач основные понятия и эффекты, присущие оптике в средах, научить общим теоретическим методам описания разнообразных эффектов, связанных с распространением электромагнитных волн в диэлектриках и резонансных средах.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Считается, 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
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
проведение научных и аналитических исследований по	математические модели, методы исследования и	ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по	З-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы

<p>отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; проведение фундаментальных и прикладных математических и физических исследований, направленных на решение инженерных, технических и информационных задач; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в</p>	<p>разработок, компьютерные программы, результаты исследования</p>	<p>заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией</p>
---	--	--	---

<p>проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок; создание программ и комплексов программ на базе стандартных пакетов для выполнения расчетов в рамках математических моделей, участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок.</p>			
<p>проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю</p>	<p>математические модели, методы исследования и разработок, компьютерные программы, результаты исследования</p>	<p>ПК-8.2 [1] - Способен проводить научные исследования в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий</p>	<p>З-ПК-8.2[1] - знать основы физической оптики, теорию интерференции, дифракции, временной и пространственной когерентности, закономерности</p>

<p>специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований; проведение фундаментальных и прикладных математических и физических исследований, направленных на решение инженерных, технических и информационных задач; участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю</p>		<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>распространения световых пучков в вакууме, основные режимы работы квантовых генераторов (лазеров) и способы их реализации, их основные энергетические и спектральные характеристики; У-ПК-8.2[1] - уметь предложить и обосновать схему экспериментальной установки в области квантовой электроники и оптического приборостроения, сформулировать математическую модель изучаемого процесса; В-ПК-8.2[1] - владеть физическими основами работы квантовых приборов радиодиапазона и оптического диапазона</p>
---	--	--	--

<p>специализации; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок; создание программ и комплексов программ на базе стандартных пакетов для выполнения расчетов в рамках математических моделей, участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок.</p>			
<p>участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей; выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической</p>	<p>проектный компьютерные алгоритмы и программы, техническая документация</p>	<p>ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO <i>Основание:</i> Профессиональный</p>	<p>З-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ; У-ПК-4[1] - уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования;; В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и</p>

<p>модели явления, аналитические и численные расчеты; изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; разработка проектной и рабочей технической документации: плана работ, технического задания и научно-технического отчета.</p>		<p>стандарт: 24.028</p>	<p>проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO</p>
<p>участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей; выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты; изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической</p>	<p>компьютерные алгоритмы и программы, техническая документация</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028</p>	<p>З-ПК-5[1] - знать методы анализа для технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов; ; У-ПК-5[1] - уметь проводить предварительные технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов; В-ПК-5[1] - владеть методами проведения предварительного технико-экономического обоснования</p>

информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий; разработка проектной и рабочей технической документации: плана работ, технического задания и научно-технического отчета.			проектных решений при разработке установок и приборов
--	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>5 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	9/9/0		25	КИ-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5,

							У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2
2	Часть 2	9-16	9/9/0		25	КИ-16	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		18/18/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	3	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-

							5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 8.2, У- ПК- 8.2, В- ПК- 8.2
	<i>6 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	9/18/0		25	КИ-8	3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 8.2, У- ПК- 8.2, В- ПК- 8.2
2	Часть 2	9-15	9/18/0		25	КИ-12	3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4,

							3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		18/36/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-8.2, У-ПК-8.2, В-ПК-8.2

* – 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:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

Э	Экзамен
---	---------

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	18	18	0
1-8	Часть 1	9	9	0
1 - 2	Уравнения Максвелла Уравнения Максвелла и их общие свойства. Плотность и поток энергии электромагнитного поля, уравнение непрерывности. Принцип суперпозиции. Комплексные решения уравнений Максвелла и их связь с физическими полями. Разложение решений уравнений Максвелла в интеграл Фурье, монохроматические решения. Плоские волны, частота, волновой вектор, амплитуда и фаза плоской волны, скорость распространения, поляризация. Основные операции с векторными величинами. Скалярный и векторный потенциалы. Градиентная инвариантность. Условия калибровки. Волновые уравнения. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Поле излучения системы зарядов Понятие волновой зоны (дальней зоны, зоны излучения). Средняя по времени плотность потока энергии и интенсивность излучения. Отношение размера излучающей системы к длине волны излучения при классическом и квантовомеханическом описании движения зарядов. Относительная интенсивность излучения мультиполей. Электрическое дипольное излучение, индикатрисса направленности и полная интенсивность.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Осциллятор в поле электромагнитной волны Уравнение движения классического осциллятора в поле монохроматической волны. Радиационное затухание. Роль радиационного затухания в аргументации необходимости создания квантовой механики и его трактовка в квантовой теории. Поляризуемость классического осциллятора. Оптическая теорема. Сечения ослабления, рассеяния и поглощения света. Сечения Рэлеевского и Томпсоновского рассеяния света. Резонансная флюоресценция. Допплеровская форма линии поглощения и излучения света. Роль эффекта Допплера как основного фактора, ограничивающего точность спектроскопических измерений. Допплеровская форма линии рассеяния в разреженных газах и ее видоизменение в плотных газах и жидкостях. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Диэлектрическая проницаемость разреженных газов. Распространение электромагнитной волны в среде с комплексной диэлектрической проницаемостью.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Электромагнитное излучение движущихся зарядов Магнитно-дипольное излучение витка с переменным	Всего аудиторных часов		
		3	3	0

	током. Циклотронное излучение. Тормозное излучение. Излучение Вавилова-Черенкова, волновой фронт, поляризация, спектральная и полная интенсивность.	Онлайн		
		0	0	0
9-16	Часть 2	9	9	0
9 - 12	Геометрическая оптика Геометрическая оптика скалярного поля. Переход к медленным переменным и пределы применимости геометрической оптики. Уравнение эйконала. Понятие лучей и фазовая скорость света. Уравнение для амплитуды волны. Резкая граница между светом и тенью в геометрической оптике. Принцип Ферма. Уравнение для лучей. Законы преломления и отражения в геометрической оптике. Методы просветляющих покрытий. Геометрическая оптика векторного поля, сохранение потока. Закон сохранения яркости. Угловой эйконал. Аксиально-симметричные оптические системы. Тонкие пучки лучей и законы параксиальной оптики, стигматичность изображения, продольное и поперечное увеличения. Идеальная оптика.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	Дифракция света Формула Кирхгофа. Дифракция сферической волны на плоском экране. Принцип Гюйгенса-Френеля. Функция Грина, альтернативная формула для прошедшей через отверстие волны. Принцип Гюйгенса-Френеля в случае дифракции на отверстии произвольной формы. Малые углы дифракции. Дифракция Френеля на полуплоскости. Интегралы Френеля и спираль Корню, построение дифракционной картины. Дифракция Фраунгофера на щели, отверстия прямоугольной формы и на круглом отверстии. Принцип Бабинне. Дифракция на шаре. Дифракционное изображение точки объективом и дифракционная разрешающая способность оптических приборов. Камера-обскура и ее предельная разрешающая способность. Предельная разрешающая способность призменного спектрографа.	Всего аудиторных часов		
		5	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>6 Семестр</i>	18	36	0
1-8	Часть 1	9	18	0
1 - 2	Отражение и преломление Отражение и преломление волн. Непрерывность тангенциальных составляющих электрического и магнитного полей волны на границе раздела. Полное внутреннее отражение, неоднородные плоские волны. Формулы Френеля. Коэффициент отражения. Изменение поляризации волн при отражении и преломлении. Угол Брюстера. Отражение света от металлической поверхности, роль поглощения.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Когерентность Интерференционный опыт Юнга. Влияние некогерентности и пространственных размеров источника на видность интерференционной картины. Длина когерентности, время когерентности и угол когерентности. Точность сравнения длины волны света с	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	масштабной линейкой. Функции взаимной когерентности и функции корреляции светового поля. Связь функции корреляции со спектральной плотностью светового поля. Видность интерференционной картины. Теорема Ван Циттерта-Цернике. Звездный интерферометр Майкельсона. Восстановление изображения объекта методом численной обработки интерференционной картины. Внеатмосферная радиоинтерферометрия. Интерференция интенсивностей. Функция корреляции интенсивностей теплового источника, опыт Брауна-Твисса. Исследование спектрального состава света методом автокорреляции интенсивностей, сравнение разрешающей способности и светосилы этого метода с разрешающей способностью и светосилой резонатора Фабри-Перо.			
5 - 6	Макроскопическая теория дисперсии Аналитические свойства диэлектрической проницаемости $\epsilon(\omega)$. Формулы Крамерса-Кронига. Поведение $\epsilon(\omega)$ при $\omega \rightarrow 0$ и при $\omega \rightarrow \infty$. Области нормальной и аномальной дисперсии. Окна прозрачности. Поведение $\epsilon(\omega)$ в широком окне прозрачности, плазменные волны. Отсутствие нулей у функции $\epsilon(\omega)$ в верхней полуплоскости комплексных значений ω и невозможность распространения сигнала в среде со скоростью, превышающей скорость света. Распространение в среде волновых пакетов, групповая скорость света и ограничение $v_g < c$, как следствие формул Крамерса-Кронига.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Электромагнитное излучение движущихся зарядов Магнитно-дипольное излучение витка с переменным током. Циклотронное излучение. Тормозное излучение. Излучение Вавилова-Черенкова, волновой фронт, поляризация, спектральная и полная интенсивность	Всего аудиторных часов		
		3	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	9	18	0
9 - 12	Атомы и молекулы в поле электромагнитной волны Взаимодействие атомов и молекул с резонансным полем. Уравнение для матрицы плотности и феноменологическое введение коэффициентов релаксации. Поляризуемость атомов и молекул при нерезонансном поле. Переход к медленным переменным. Эффект насыщения. Сечения поглощения и вынужденного излучения. Коэффициенты Эйнштейна, спектральная и полная вероятности радиационного перехода. Однородное и неоднородное уширение линии. Коэффициенты поглощения и вынужденного излучения. Порог генерации лазера и интенсивность генерации в стационарном режиме. Выгорание населенностей в случае линии уширенной эффектом Доплера. Методы внутренней и внешней поглощающей ячейки в нелинейной лазерной спектроскопии. Влияние эффекта отдачи и квадратичного эффекта Доплера. Современный лазерный стандарт частоты. Уравнение Шредингера для атома в поле монохроматической волны. Электрическое дипольное, магнитное дипольное и электрическое квадрупольное	Всего аудиторных часов		
		4	8	0
		Онлайн		
		0	0	0

	излучение. Правила отбора и соотношения между вероятностями мультипольных переходов. Роль мультипольных переходов в атомной спектроскопии. Вероятности электрических дипольных переходов в молекулах. Резонансы Рамси. Закон Кирхгофа. Оптическая толщина слоя. Эффект самопоглощения. Парниковый эффект и его роль в балансе температуры Земли.			
13 - 16	Лазерное охлаждение атомов и ионов Изменение скорости атомов при поглощении и испускании фотонов. Общие соображения о возможности охлаждения атомных ансамблей лазерным полем. Переходная вероятность и уравнение Фоккера-Планка. Предел доплеровского охлаждения атомов (Doppler cooling) лазерным полем. Оптический молазис. Охлаждение атомов в магнитно-оптической ловушке. Ловушки Паули, частоты секулярного движения. Использование ловушек Паули в масс-спектроскопии. Лазерное охлаждение ионов, захваченных в ловушку Паули, предел охлаждения при использовании разрешенных и запрещенных переходов. Современный цезиевый стандарт частоты. Конденсация Бозе-Эйнштейна частиц, захваченных в параболическую ловушку. Температура конденсации и распределение частиц конденсата по скоростям в анизотропной ловушке. Магнитно-оптическая ловушка с дополнительным вращающимся однородным магнитным полем. Охлаждение атомов методом выброса из ловушки атомов с наибольшей энергией (evaporative cooling). Достижение температуры, необходимой для получения конденсата и экспериментальная реализация конденсатных состояний.	Всего аудиторных часов		
		5	10	0
		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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные 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 физики волоконно-оптических линий связи, предусмотрено широкое

использование современных научных работ и публикаций по данной теме, посещение лабораторий НИЯУ МИФИ. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, в том числе, проводимых в рамках Научной сессии 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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-8.2	З-ПК-8.2	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-8.2	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-8.2	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-12

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	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу
75-84		C	
70-74		D	

			излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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. 535 И83 Волновые процессы : основные законы: учебное пособие для вузов, Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2015
3. ЭИ И 83 Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2021
4. 537 З-43 Принципы лазеров : , О. Звелто, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 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. Программой курса предусмотрено, что студент должен продемонстрировать результаты освоения методов физической оптики в рамках самостоятельной работы при выполнении самостоятельных работ, анализе результатов лабораторных работ, а также в последующей учебной практике при использовании оптических методов в экспериментальной работе.

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. Программой курса предусмотрено, что студент должен продемонстрировать результаты освоения методов физической оптики в рамках самостоятельной работы при выполнении самостоятельных работ, анализе результатов лабораторных работ, а также в последующей учебной практике при использовании оптических методов в экспериментальной работе.

Автор(ы):

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