

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

КОГЕРЕНТНАЯ ФОТОНИКА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные
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
8	3	108	12	20	0		49	0	Э
Итого	3	108	12	20	0	7	49	0	

АННОТАЦИЯ

Цель освоения учебной дисциплины Когерентная фотоника- ознакомить студентов с основными физическими идеями и методами когерентной фотоники, изложить общие подходы при описании радиофизических и оптических явлений, конкретные решения и предельно достижимые характеристики оптической информатики. В курсе излагаются физические особенности когерентного лазерного излучения и принципы когерентно-оптического преобразования, хранения и обработки информации. Рассматриваются принципы голографического, оптического и квантового когерентного компьютеринга.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения учебной дисциплины Когерентная фотоника- ознакомить студентов с основными физическими идеями и методами когерентной фотоники, изложить общие подходы при описании радиофизических и оптических явлений, конкретные решения и предельно достижимые характеристики оптической информатики. В курсе излагаются физические особенности когерентного лазерного излучения и принципы когерентно-оптического преобразования, хранения и обработки информации. Рассматриваются принципы голографического, оптического и квантового когерентного компьютеринга

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина логически и содержательно-методически связана со следующими разделами физики и математики: оптикой, радиофизикой, теорией колебаний, квантовой механикой,, линейной алгеброй, дифференциальным исчислением, интегральным исчислением, теорией рядов, теорией функций комплексного переменного, интегральными преобразованиями, преобразованиями Фурье. Освоение данной дисциплины необходимо для овладения теоретической базой и методами решения экспериментальных задач квантовой электроники, информатики, лазерной оптики, оптического и квантового компьютеринга и т.д.

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-исследовательской			
<p>Анализ поставленной задачи исследований в области лазерной техники и лазерных технологий;- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; проведение экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом; проведение измерений по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов; составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов; осуществление наладки, настройки, юстировки и опытной проверки лазерных приборов и лазерных технологических систем;</p>	<p>процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; программное обеспечение и компьютерное моделирование в лазерной технике и лазерных технологиях.</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004, 40.011</p>	<p>3-ПК-2[1] - Знать основы электротехники и электроники, основы теории сигналов, основные физические методы измерений и исследований в области профессиональной деятельности.; У-ПК-2[1] - Уметь выбирать и использовать соответствующие ресурсы и оборудование для проведения исследований и измерений ; В-ПК-2[1] - Владеть методами и приемами исследований, а также навыками измерений по заданной методике в области профессиональной деятельности</p>
<p>Анализ поставленной задачи исследований в области лазерной техники и лазерных технологий;- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных</p>	<p>процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы</p>	<p>ПК-2.1 [1] - Способен применять основы физической оптики, теории интерференции, дифракции, временной и пространственной когерентности, использовать знания о закономерностях</p>	<p>3-ПК-2.1[1] - Знать: основы физической оптики, теории интерференции, дифракции, временной и пространственной когерентности, закономерностях</p>

<p>пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; проведение экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом; проведение измерений по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов; составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов; осуществление наладки, настройки, юстировки и опытной проверки лазерных приборов и лазерных технологических систем;</p>	<p>и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; программное обеспечение и компьютерное моделирование в лазерной технике и лазерных технологиях.</p>	<p>распространения световых пучков в вакууме и сплошных средах, об оптических свойствах сплошных сред, о спектральном составе и пространственных конфигурациях поля в оптических резонаторах;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>распространения световых пучков в вакууме и сплошных средах, оптические свойства сплошных сред, основы теории оптических резонаторов; У-ПК-2.1[1] - Уметь: использовать знания о закономерностях распространения световых пучков в вакууме и сплошных средах, об оптических свойствах сплошных сред, о спектральном составе и пространственных конфигурациях поля в оптических резонаторах в области профессиональной деятельности ; В-ПК-2.1[1] - Владеть: методами расчета картин интерференции, дифракции, степени временной и пространственной когерентности, распространения световых пучков в вакууме и сплошных средах, спектрального состава и пространственной конфигурации поля в оптических резонаторах</p>
<p>проектно-конструкторский</p>			
<p>Анализ поставленной проектной задачи в области лазерной техники и лазерных технологий; участие в разработке функциональных и структурных схем на уровне узлов и элементов лазерных</p>	<p>разработка лазерных приборов, систем и технологий различного назначения; элементная база лазерной техники, технологий, систем управления</p>	<p>ПК-2.8 [1] - Способен проводить основные расчёты при проектировании лазерных установок, а также контролировать их соответствие исходным требованиям;</p>	<p>З-ПК-2.8[1] - Знать: принципы проектирования лазерных установок; У-ПК-2.8[1] - Уметь: проводить основные расчёты при проектировании лазерных установок,; В-ПК-2.8[1] -</p>

систем и технологий по заданным техническим требованиям; расчет, проектирование и конструирование в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов лазерных систем и технологий на схемотехническом и элементном уровнях; разработка и составление отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы; участие в монтаже, сборке (юстировке), испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов лазерной техники и отработке элементов и этапов процессов лазерных технологий	и транспорта лазерного излучения	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.002	Владеть: методами расчёта лазерных установок при проектировании
---	----------------------------------	--	---

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/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-ПК-2,

							У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, З-ПК-2.8, У-ПК-2.8, В-ПК-2.8
2	Раздел 2	9-11	4/4/0		25	КИ-11	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, З-ПК-2.8, У-ПК-2.8, В-ПК-2.8
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/20/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-2.1, У-

							ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.8, У-ПК-2.8, В-ПК-2.8
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	12	20	0
1-8	Раздел 1	8	16	0
1	Тема 1 Предмет когерентной фотоники, цели и задачи курса.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Информационные свойства лазерного излучения. Стационарность и эргодичность поля.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3 Функция корреляции и понятие частичной когерентности	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4 Объем когерентности. Параметр вырождения оптического поля.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5 Радиофизическая трактовка оптических явлений. Понятие о пространственной частоте	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		

		0	0	0
6	Тема 6 Двумерное комплексное Фурье – преобразование	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7 Фазовое детектирование в оптике	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8 Физические принципы восстановления формы волнового фронта	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-11	Раздел 2	4	4	0
9	Тема 9 Лазерная голография как метод хранения и восстановления информации. Голограмма как пространственный супергетеродин.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 10 Голограмма как многоканальный согласованный фильтр. Ассоциативная память и голографическое распознавание образов.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 11 Преобразование когерентности лазерного излучения в фотонике. Построение изображений по функции когерентности. Распознавание образов в частично-когерентном свете. Квантовый когерентный компьютеринг Фейнмана. Понятие о кубитах. Квантовые алгоритмы Шора и Гровера. Экспериментальная реализация квантового процессора.	Всего аудиторных часов		
		2	0	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, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в подготовке реферата, доклада по материалам домашнего задания, повторении пройденного материала.

В процессе занятий и при чтении лекций постоянно используются электронно-компьютерные презентации, лазерные эффекты, явления квантовой, голографической и спекл-интерферометрии.

Предусмотрены и реализуются встречи с крупнейшими специалистами российских и зарубежных компаний, университетов, академии наук, международной оптической комиссии, европейской ассоциации фотоники.

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)
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-11
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-11
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-11
ПК-2.1	З-ПК-2.1	Э, КИ-8, КИ-11
	У-ПК-2.1	Э, КИ-8, КИ-11
	В-ПК-2.1	Э, КИ-8, КИ-11
ПК-2.8	З-ПК-2.8	Э, КИ-8, КИ-11
	У-ПК-2.8	Э, КИ-8, КИ-11
	В-ПК-2.8	Э, КИ-8, КИ-11

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»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		Д	
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 П 30 Интерференция и дифракция для информационной фотоники : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2020
2. ЭИ П 16 Физические основы фотоники : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021
3. И N21 Nanophotonics with surface plasmons : , ed. : V. M. Shalaev, S. Kawata, Amsterdam [and oth.]: Elsevier, 2007
4. 535 Л25 Когерентная фотоника : , А. И. Ларкин, Ф. Т.С. Юу, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2012
5. 537 З-43 Принципы лазеров : , О. Звелто, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 681.3 А38 Когерентные оптические вычислительные машины : , А.А. Акаев, С.А. Майоров, Л.: Машиностроение, 1977
2. 621-61 К64 Обработка информации когерентными оптическими системами : , Г.С. Кондратенков; Кондратенко Г.С., М.: Сов. радио, 1972

3. 535 Г93 Статистическая оптика : , Гудмен Дж.;Пер. с англ., М.: Мир, 1988
4. 535 Г93 Введение в Фурье-оптику : , Дж.У. Гудмен; Пер.с англ., М.: Мир, 1970
5. 535 М30 Когерентность и статистические свойства света : Учеб.пособие, О.М. Марченко, СПб: СПбГУ, 1993

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

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач. Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы. Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми. В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам. Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений. Следует работать с рекомендованными литературными источниками.

Для выполнения самостоятельной работы получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю. Подготовить письменный отчет о проделанной работе. При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

На первой лекции сделать общий обзор содержания курса. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить

выборочный контроль знания студентов. Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения. При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми математическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям. Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений. Лекционный курс строится по следующему плану: сначала вводятся и обсуждаются основные понятия и исходные положения, излагаются основные законы и уравнения. Потом рассматриваются методы, с помощью которых разбираются важнейшие приложения. Используется интерактивная форма проведения лекционных занятий. Активная форма проведения лекционных занятий предполагает, в частности, что студенты самостоятельно прорабатывают отдельные разделы лекционного курса, на основе которых выполняется ряд заданий. Студенты выступают с сообщениями по самостоятельно проработанным темам. На последней лекции делается обзор наиболее важных положений.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным. При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе. С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы). При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

Автор(ы):

Ларкин Александр Иванович, д.ф.-м.н., профессор