ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 2

от 26.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

КВАНТОВАЯ РАДИОФИЗИКА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.05.04 Электроника и автоматика физических
установок

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
9	2	72	32	0	16		24	0	3
Итого	2	72	32	0	16	8	24	0	

АННОТАЦИЯ

Изучаются основные принципы лазерной физики, когерентной фотоники и квантовой электроники

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Квантовая радиофизика» является повышение уровня подготовки студентов, расширение их научного кругозора с учетом возрастающей роли лазеров в современных фундаментальных физических исследованиях и прикладных задачах.

- изучение теоретических основ взаимодействия излучения с веществом;
- изучение физических основ работы лазеров;
- изучение основных типов современных лазеров;
- изучение применения лазеров в современных информационных технологиях.

В результате изучения курса студент должен знать:

- физические основы работы лазеров;
- основные механизмы создания инверсной населенности;
- режимы генерации лазеров;
- основные свойства лазерного излучения;

В результате изучения курса студент должен уметь:

- ориентироваться в выборе и использовании лазерных источников, исходя из постановки практической задачи.

Учебная задача: Инженеры-физики специалисты по электронике должны знать физические основы лазерной физики, когерентной фотоники и квантовой электроники.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Предметом курса является изучение физических основ усиления и генерации света, рассмотрение принципов работы лазеров и специфических свойств лазерного поля.

Изучение дисциплины «Квантовая радиофизика» основано на знании магистрами общепрофессиональных математических и физических дисциплин.

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			
научно-исследовательский	- математические модели для теоретического и экспериментального исследования физических и технологических процессов в оборудовании физических установок как объектов контроля и управления; - программно-технические средства систем контроля, диагностики, управления и защиты ядерных и физических установок;	ПК-1 [1] - способен применять теоретические основы функционирования физических установок и их электрооборудования, теоретическую базу построения и анализа систем измерения физических параметров, систем контроля и управления физическими установками для реализации исследовательских задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033, 24.078	З-ПК-1[1] - знать физические процессы в физических установках, методы и средства контроля и управления их параметрами ; У-ПК-1[1] - уметь обосновать выбор технологии контроля и управления физическими установками ; В-ПК-1[1] - владеть методами и инструментальными средствами анализа физических свойств установок, методов их контроля и управления
научно-исследовательский	- математические модели для теоретического и экспериментального исследования физических и технологических процессов в оборудовании физических установок как объектов контроля и управления; - программно-технические средства систем контроля, диагностики, управления и защиты ядерных и	ПК-2 [1] - способен создавать и исследовать математические модели физических и информационных процессов, относящихся к профессиональной сфере, умение использовать стандартные программно-инструментальные системы и средства моделирования и исследования <i>Основание:</i>	З-ПК-2[1] - знать методы моделирования физических процессов в оборудовании установок и информационных процессов в системах их контроля и управления ; У-ПК-2[1] - уметь работать с инструментальными системами анализа и моделирования систем и процессов; В-ПК-2[1] - владеть навыками

	физических установок;	Профессиональный стандарт: 24.033, 24.078	использования стандартных программных средств анализа и моделирования для решения исследовательских и инженерных задач
научно-исследовательский	- математические модели для теоретического и экспериментального исследования физических и технологических процессов в оборудовании физических установок как объектов контроля и управления; - программно-технические средства систем контроля, диагностики, управления и защиты ядерных и физических установок;	ПК-3 [1] - способен к обобщению и формулированию результатов исследований, к представлению их на конференциях, к подготовке публикаций, к оформлению объектов интеллектуальной собственности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033, 24.078	3-ПК-3[1] - знать основные требования к составлению научных отчетов и оформлению других РИД ; У-ПК-3[1] - уметь использовать информационные технологии для представления результатов НИР; В-ПК-3[1] - владеть навыками представления и защиты результатов НИР в профессиональной среде
эксплуатационно-технологический			
эксплуатационно-технологический	– технология разработки, создания и эксплуатации аппаратуры измерительных систем, программно-технических средств систем контроля, диагностики, управления и защиты ядерных и физических установок; – ядерные объекты, ядерно-физические и физические установки и системы обеспечения их безопасной эксплуатации;	ПК-4 [1] - способен использовать теоретическую основу технологических процессов в ядерно-физических и электрофизических установках, принципов функционирования электрооборудования, элементов и систем контроля и управления для реализации эксплуатационно-технологических задач деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033, 24.098	3-ПК-4[1] - знать физические и технологические основы функционирования установок и оборудования, принципы и алгоритмы их контроля и управления, нормативные и производственно-технические требования ; У-ПК-4[1] - уметь выполнять теоретические расчеты для обоснования технических решений по контролю и

			управлению физическими установками ; В-ПК-4[1] - владеть навыками разработки алгоритмов и расчета показателей качества работы систем контроля и управления
--	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - 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.

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>9 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/0/8		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Часть 2	9-16	16/0/8		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2,

							3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 9 Семестр</i>		32/0/16		50		
	Контрольные мероприятия за 9 Семестр				50	3	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – 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

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>9 Семестр</i>	32	0	16
1-8	Часть 1	16	0	8
1	Предмет квантовой радиофизики, цели и задачи курса.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
2	Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Спонтанные и индуцированные переходы. Законы излучения Эйнштейна.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
3	Свойства индуцированного излучения. Релаксационные переходы. Понятие о спиновой температуре.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
4	Коэффициент поглощения. Закон Бугера-Бера. Эффект насыщения. Отрицательная температура.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
5	Методы создания отрицательной температуры в двухуровневой и многоуровневых системах. Коэффициент инверсии.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
6	Особенности взаимодействия оптического излучения с веществом. Квантовые усилители и генераторы оптического диапазона.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
7	Методы создания отрицательной температуры в оптическом диапазоне. Оптическая накачка некогерентным светом.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
8	Инверсия носителей в газовом разряде. Инжекция носителей в полупроводниках.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
9-16	Часть 2	16	0	8
9	Оптический резонатор. Вероятность потери фотона и добротность открытого резонатора. Условие самовозбуждения. Методы модуляции добротности.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
10	Резонансная характеристика открытого резонатора. Причины многомодовой генерации. Методы селекции продольных и поперечных мод.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
11	Отличительные особенности газовых, твердотельных и полупроводниковых лазеров.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
0	0	0		
12	Физические основы когерентной фотоники. Пространственная и временная когерентность оптического	Всего аудиторных часов		

	поля. Теорема Ван Циттерта - Цернике.	2	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
13	Объем когерентности и параметр вырождения поля. Предельные возможности концентрации энергии лазерного излучения в пространстве, во времени и в фазовом пространстве.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
14	Физические принципы восстановления формы волнового фронта. Лазерная голография как метод хранения и восстановления информации.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
15	Понятие о пространственной частоте. Радиофизическая трактовка оптических явлений. Ассоциативная память и голографическое распознавание образов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	1
		Онлайн		
		0	0	0
16	Оптическое преобразование, передача и обработка информации. Квантовый когерентный компьютеринг. ЛИТЕРАТУРА.	Всего аудиторных часов		
		2	0	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>9 Семестр</i>
	Лабораторная работа 1 Когерентность
	Лабораторная работа 2 Открытый оптический резонатор
	Лабораторная работа 3 Лазерная резка металлов
	Лабораторная работа 4 Инжекционный лазер
	Лабораторная работа 5 Неодимовый лазер
	Лабораторная работа 6 Волоконнооптическая линия связи

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины по курсу «Квантовая радиофизика» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий занятия проводятся с использованием технических средств обучения - лекций с визуализацией. Для контроля усвоения студентом разделов курса используется тестирование. Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы и подготовку рефератов

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-1	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	З, 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	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 К 44 Квантовая и оптическая электроника : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ П 75 Лазеры и экологический мониторинг атмосферы : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Б 82 Лазеры: применения и приложения : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ Б 82 Лазеры: устройство и действие : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. 537 3-43 Принципы лазеров : , О. Звелто, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К43 Квантовая радиофизика. Ч.1 : , [Москва]: [МИФИ], 2008
2. ЭИ К43 Квантовая радиофизика. Ч.2 : , [Москва]: [МИФИ], 2008

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