

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением
ученого совета
ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Оптика инфракрасного диапазона

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.04.03 радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Квантовая радиофизика и лазерная физика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.05, оптика инфракрасного диапазона</i> относится к части ООП направления подготовки <i>03.04.03 радиофизика</i> , формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения достижения по дисциплине**	
ПК-1. Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники при решении задач своей профессиональной деятельности	ПК-1.1. Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач ПК-1.2. Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий	Знание основных принципов систем инфракрасной оптики и спектральных особенностей функционирования ИК-систем Умение и навыки использования базовых знаний по инфракрасной оптике в профессиональной деятельности Владение опытом использования фундаментальных разделов физики и радиофизики, в том числе – прикладной инфракрасной оптики, при решении научно-исследовательских задач	<i>Собеседование, задача</i>
ПК-2. Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-	ПК-2.1. Анализирует современное состояние исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов	Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона Уметь использовать знание современных проблем и новейших достижений физики и	<i>Собеседование, задача</i>

конструкторских работ в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники и оформлять их результаты	<p>ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.3. Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники</p>	<p>радиофизики при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона</p> <p>Владеть опытом использования знания современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, относящейся к оптике инфракрасного диапазона</p>	
---	---	---	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	29
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	45

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы	
		из них					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Введение. Специфика ИК-диапазона.	4	2				2	2
Колебательно-вращательные спектры молекулярных соединений	12	6				6	6
Источники излучения в ИК-диапазоне	12	8				8	4
Системы регистрации излучения в ближнем и среднем ИК-спектре	4	2				2	2
Волоконная оптика среднего ИК-диапазона.	8	4				4	4
Лазерная спектроскопия инфракрасного диапазона	8	4				4	4
Прикладные задачи ИК-оптики	5	2				2	3
Современная элементная база ИК-оптики. Направления дальнейшего развития.	8	4				4	4
Текущий контроль	2	2					
Промежуточная аттестация (экзамен)	45						

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В процессе изучения дисциплины используется основная образовательная технология: проблемный метод изложения материала с наглядной демонстрацией изучаемых систем с помощью мультимедийных средств обучения. Лекционный материал дополняется наглядной демонстрацией оптических элементов и систем, предназначенных для работы в ИК-диапазоне длин волн, на базе оборудования научно-исследовательских лабораторий

кафедры.

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор лекционного материала,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- подготовка к аттестации

Текущий контроль усвоения моделей и понятий проводится путем проведения тестовых опросов непосредственно в процессе изложения материала

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1 Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы творческий подход к решению нестандартных задач

		грубые ошибки.	недочетам и				
--	--	-------------------	----------------	--	--	--	--

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
1. Квантово-механические основы расчета молекулярных спектров.	ПК-2
2. Колебательная и вращательная структура энергетических спектров молекулярных соединений. Особенности спектров поглощения газовых сред в атмосфере	ПК-2
3. Спектры излучения термодинамически равновесных источников.	ПК-2
4. Лазерные источники ИК-излучения.	ПК-1, ПК-2
5. Полупроводниковые лазеры ближнего ИК-диапазона на основе межзонных переходов.	ПК-1, ПК-2
6. Квантовые каскадные лазеры среднего ИК-диапазона.	ПК-1, ПК-2

7. Параметрические генераторы света в ИК-области спектра.	ПК-1, ПК-2
8. Приемники излучения на основе внутреннего и внешнего фотоэффекта – физические основы и принцип работы.	ПК-1, ПК-2
9. Полупроводниковые материалы, используемые в ИК-приемных системах.	ПК-1, ПК-2
10. Тепловые приемники ИК-излучения (термоэлементы, пироэлектрические системы, оптико-акустические преобразователи).	ПК-2
11. Особенности передачи оптической информации в среднем ИК-диапазоне.	ПК-1
12. Современные типы волоконных световодов ИК-диапазона и их характеристики.	ПК-1, ПК-2
13. Физические процессы релаксации возбужденных атомов, молекул среды.	ПК-2
14. Аппаратура и элементная база для проведения спектральных измерений в ИК-области спектра.	ПК-1
15. Решеточные спектрометры ИК-диапазона.	ПК-1, ПК-2
16. Интерференционная спектроскопия с Фурье-преобразованием.	ПК-1, ПК-2
17. Флуоресцентный метод спектроскопических исследований.	ПК-1, ПК-2
18. Оптико-акустическая спектроскопия.	ПК-1, ПК-2
19. Мониторинг атмосферы и промышленных отходов методами ИК-оптики.	ПК-1
20. Применение инфракрасной спектроскопии в медицине и фармакологии.	ПК-1
21. Инфракрасные спектры в исследовании углеводов. Промышленные инфракрасные проточные анализаторы	ПК-1

5.2.2. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. В чем заключается основная специфика систем, функционирующих в среднем и дальнем ИК-диапазоне?
2. Дайте характеристику тепловых излучателей, работающих в системах ИК-оптики.

5.2.3. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Нарисовать и обосновать характер равновесной заселённости колебательных и вращательных уровней энергии двухатомной молекулы при $T \sim 10^3 \text{ К}$. Что изменится для многоатомной молекулы?
2. Найти положение максимума заселённости вращательного спектра двухатомной молекулы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. А.А.Андронов, Н.Г.Захаров, А.В.Маругин, А.П.Савикин «Новые источники и приемники ИК и терагерцового диапазона» // Учебно-методическое пособие. Н.Новгород, ННГУ, 2007, 95с. <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2007/27.pdf>
2. Сорокин Ю.М., Ширяев В.С. Оптические потери в световодах. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2000 г. 324 с. – 26 экз.

б) дополнительная литература:

2. П.Г. Крюков, Фемтосекундные импульсы, М.: Физматлит, 2008.

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109413.html>

1. С.А. Ахманов, В.А. Выслоух, А.С. Чиркин, Оптика фемтосекундных лазерных импульсов, М.: Наука, 1988. – 3 экз.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудиторный фонд ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования РФ 07.08.2020 № 918).

Автор к.ф.-м.н. доцент Маругин А.В.

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н. профессор Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета «14» ноября 2022 года, протокол № 08/22.