

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума
ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

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

Физическая электроника

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина «Оптика инфракрасного диапазона» Б1.В.ДВ.05.02 относится к части ООП направления подготовки 03.04.03 «Радиофизика», 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 достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
<i>ПК-1.</i> Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области микро- и наноэлектроники, мощной электроники при решении задач своей профессиональной деятельности.	<p><i>ПК-1.1.</i> Применяет принципы сбора и анализа информации, методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач.</p> <p><i>ПК-1.2.</i> Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников.</p> <p><i>ПК-1.3.</i> Владеет современными информационными и</p>	<p>Знать основные принципы систем инфракрасной оптики и спектральных особенностей функционирования ИК-систем</p> <p>Уметь использовать навыки в области базовых знаний по инфракрасной оптике в профессиональной деятельности</p> <p>Владеть опытом использования фундаментальных разделов физики и радиофизики, в том числе – прикладной инфракрасной оптики, при решении научно-исследовательских задач</p>	<i>Собеседование, тестовые вопросы</i>

	коммуникационными технологиями сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования.		
<p><i>ПК-2.</i> Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области микро- и, нанoeлектроники, мощной электроники и оформлять их результаты.</p>	<p><i>ПК-2.1.</i> Анализирует современное состояние исследований в области микро- и, нанoeлектроники, мощной электроники, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов.</p> <p><i>ПК-2.2.</i> Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи.</p> <p><i>ПК-2.3.</i> Применяет навыки планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по отдельным разделам тем в области микро- и, нанoeлектроники, мощной электроники.</p> <p><i>ПК-2.4.</i> Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по</p>	<p>Знать основные возможности современного оборудования, используемого в ИК-диапазоне для решения научных задач, а также новейшего отечественного и зарубежного опыта в этой области</p> <p>Уметь использовать современное оборудование, а также новейшего отечественного и зарубежного опыта при исследовании ИК-систем</p> <p>Владеть навыком самостоятельно ставить и решать научные задачи в области инфракрасной оптики с использованием современной элементной базы</p>	<p><i>Собеседование, тестовые вопросы</i></p>

	отдельным разделам тем в области микро- и, наноэлектроники, мощной электроники.		
ПК-3. Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.	<p>ПК-3.1. Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>ПК-3.2. Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу.</p> <p>ПК-3.3. Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика.</p>	<p>Знать основные методы написания протоколов и отчетов по измерениям</p> <p>Уметь оформлять рукописи, протоколы, отчеты</p> <p>Владеть навыками оформления протоколов и отчетов</p>	Собеседование, тестовые вопросы

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	32
самостоятельная работа	75
КСР	1
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных занятий.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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

Направления дальнейшего развития.							
Промежуточная аттестация (экзамен)		Экзамен					

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. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			объеме.	недочетами.		объеме.	
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	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.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

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

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Обосновать выбор материалов для отражающих и преломляющих элементов видимого диапазона и ИК оптики	ПК-1, ПК-2, ПК-3
2. Нарисовать качественную зависимость потенциальной энергии двухатомной молекулы от расстояния между атомами для основного и первых двух возбуждённых электронных состояний атомов. Указать на ней колебательные уровни, характерные масштабы по энергии (в см ⁻¹) и расстоянию и область, где колебательный спектр можно считать эквидистантным.	ПК-1, ПК-2, ПК-3
3. Нарисовать и обосновать характер равновесной заселённости колебательных и вращательных уровней энергии двухатомной молекулы при T~10 ³ K. Что изменится для многоатомной молекулы?	ПК-1, ПК-2, ПК-3
4. Найти положение максимума заселённости вращательного спектра двухатомной молекулы.	ПК-1, ПК-2, ПК-3
5. Получить выражение для заселённости колебательных уровней энергии молекулы.	ПК-1, ПК-2, ПК-3
6. Перечислить факторы, препятствующие созданию эффективных полупроводниковых лазеров и фотоприемников в среднем ИК-диапазоне.	ПК-1, ПК-2, ПК-3
7. Почему в лазерах, работающих на молекулярных переходах, используют полированные металлические зеркала, а в лазерах, работающих на электронных переходах, – диэлектрические?	ПК-1, ПК-2, ПК-3
8. Почему одним из компонентов для инжекционных длинноволновых лазерных диодов обычно является свинец? Излучение какого диапазона можно получить в подобных материалах?	ПК-1, ПК-2, ПК-3
9. Принцип действия каскадных лазеров и их частотный диапазон	ПК-1, ПК-2, ПК-3
10. Отличается ли ширина квантовых ям во внутризонных каскадных лазерах? По схеме какого типа (3,4-уровневой) они работают? Какое условие на расстояние между лазерными уровнями необходимо выполнить для эффективной работы лазера?	ПК-1, ПК-2, ПК-3
11. Характерные особенности работы фотодиода в фотогальваническом и фотодиодном режимах	ПК-1, ПК-2, ПК-3
12. Перечислить и обосновать выбор материалов для изготовления волоконных световодов для среднего ИК-диапазона.	ПК-1, ПК-2, ПК-3
13. В каком диапазоне – 0,6 мкм, 1,3 мкм или 10 мкм легче обеспечить прием сигнала в оптических каналах связи (чувствительность, шумы, эффективность)?	ПК-1, ПК-2, ПК-3
14. Почему сложно реализовать полупроводниковые лазеры в	ПК-1, ПК-2, ПК-3

диапазонах $\lambda < 0,4$ мкм и $\lambda > 4$ мкм?	
15. Проанализируйте преимущества и недостатки возможных источников оптического излучения при использовании их в спектроскопии ИК-диапазона.	ПК-1, ПК-2, ПК-3

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. https://elibrary.ru/download/elibrary_29082695_80673348.pdf (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.

а) дополнительная литература:

1. Хадсон Р. Д. - Инфракрасные системы. - М.: Мир, 1972. – 2 экз.
2. Лазерная и когерентная спектроскопия./Стейнфелд Дж., Хаустон П., Шмальц Т., [и др. - М.: Мир, 1982. - 629 с. – 2 экз.
3. Гаврищук Е. М. Материалы для инфракрасной оптики получение, свойства, применение : учеб. пособие для студентов ННГУ, Н. Новгород, Изд-во ННГУ, 2015 – 2 экз.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютеры, проектор, доска.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО ННГУ по направлению подготовки 03.04.03 «Радиофизика».

Автор _____доцент Маругин А.В.

и.о. заведующего кафедрой Маругин А.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23