

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
ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Лазерная спектроскопия
(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)

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
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01, <i>лазерная спектроскопия</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 достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения 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 в методах лазерной спектроскопии Умение и навыки использования базовых знаний в области лазерной спектроскопии в профессиональной деятельности Владение опытом использования фундаментальных разделов физики и радиофизики, в том числе – прикладной оптики, при решении научно-исследовательских задач	<i>Собеседование, задача</i>
ПК-2. Способен выполнять теоретические и экспериментальные	ПК-2.1. Анализирует современное состояние исследований в	Знание основных возможностей современного оборудования для решения научных задач лазерной спектроскопии, а также новейшего	<i>Собеседование, задача</i>

исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники и оформлять их результаты	области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи ПК-2.3. Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники	отечественного и зарубежного опыта в этой области Умение и навыки использования современного оборудования, а также новейшего отечественного и зарубежного опыта в области лазерной спектроскопии Готовность самостоятельно ставить и решать научные задачи в области лазерной спектроскопии	
---	--	---	--

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	Всего	
Введение. Цели лазерной спектроскопии. Классификация методов лазерной спектроскопии.	4	2			2	2
Лазерная абсорбционная спектроскопия. Узкополосные перестраиваемые лазеры.	11	6			6	5
Метод тепловой линзы.	4	2			2	2
Конденсация спектра лазерного излучения.	4	2			2	2
Спектральные измерения лазерных сред.	8	4			4	4
Люминесцентный метод лазерной спектроскопии. Стоксова и анти-стоксова люминесценция.	8	4			4	4
Дистанционная лазерная спектроскопия.	8	4			4	4
Модуляционная лазерная спектроскопия.	8	4			4	4

Лазерная ультрамикроскопия.	6	4			4	2
Текущий контроль	2	2				
Промежуточная аттестация (экзамен)	45					

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках консультаций.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 64 часа.

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 оптико-измерительных систем и их элементов на базе оборудования научно-исследовательских лабораторий кафедры.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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. Невозможность оценить полноту знаний	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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	вследствие отказа обучающегося от ответа			несколько негрубых ошибок	несущественных ошибок		
<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 объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	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 несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован 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»
	удовлетворител	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже

	ьно	«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 (согласно РПД)
1. Объяснить основные процессы преобразования поглощённой энергии при резонансном возбуждении вещества.	ПК-1
2. Вероятности переходов в атомах. Интенсивность спектральных линий.	ПК-1
3. Однородное уширение спектральных линий. Естественная ширина. Столкновительное уширение.	ПК-1
4. Конфигурационная диаграмма энергетических уровней молекулы.	ПК-1
5. Объяснить причину стока сдвига между спектрами поглощения и люминесценции.	ПК-1
6. В чём состоит преимущество использования узкополосных перестраиваемых лазеров в абсорбционной спектроскопии?	ПК-1
7. Лазеры с дисперсионными резонаторами.	ПК-1
8. Однородное и неоднородное уширение спектральных линий примесных ионов в кристаллах и стёклах.	ПК-1
9. Объяснить спектральные характеристики иона Cr^{3+} в кристаллах Al_2O_3 , YAG, BeAl_2O_4 , GSGG.	ПК-1
10. Почему образец (твёрдое тело, газовая ячейка, кювета с жидкостью) при поглощении излучения может проявлять свойства линзы?	ПК-1
11. Выражение для оценки величины оптической силы тепловой линзы.	ПК-2
12. Объяснить причину формирования селективной линзы в газовом разряде.	ПК-2
13. Анализ устойчивости резонатора с поперечной неоднородностью показателя преломления селективно поглощающей среды.	ПК-2
14. Как экспериментально можно определить квантовый выход люминесценции?	ПК-2
15. Как можно найти вероятность интеркомбинационной конверсии?	ПК-2
16. На примере ионов Er^{3+} объяснить процесс визуализации 1-мкм излучения.	ПК-2

17. Объяснить причину увеличения антистоксовой люминесценции донор-акцепторных пар.	ПК-2
18. Цели метода лазерной ультрамикроскопии.	ПК-2
19. На каком принципе основан метод лазерной ультрамикроскопии частиц?	ПК-2
20. Балансные уравнения с периодически меняющейся добротностью резонатора.	ПК-2
21. Сделать анализ мощности, регистрируемой приёмником лидара.	ПК-2
22. Как определить интегральную и локальную концентрации газа в атмосфере?	ПК-2
23. Источники когерентного излучения в методе ДПР. Преимущества и недостатки.	ПК-2

5.2.3. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-1

- Задачи лазерной спектроскопии.
- Закон Бугера-Ламберта-Бера для атомарных газов.
- Однородное уширение спектральных линий. Естественная ширина. Столкновительное уширение.

5.2.4. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2

- Области применения методов дистанционной лазерной спектроскопии.
- Использование комбинационного рассеяния света в лидарах.
- Достижения в области дистанционной лазерной спектроскопии.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Лазерная спектроскопия атомов и молекул./Вальтер Г., Хинкли Е. Д., Нилл К. В., и др. // М.: Мир, 1979. - 432 с. Всего экземпляров: 3.
2. Савикин А.П., Гришин И.А. Синтез керамических образцов ZBLAN: Ho^{3+} и ZBLAN: $\text{Ho}^{3+} - \text{Yb}^{3+}$ и исследование антистоксовой люминесценции: Учебно-методическое пособие // Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 19с. http://www.unn.ru/books/met_files/Lum.PDF
3. 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. unn.ru/pages/e-library/aids/2007/27.pdf

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 918.

Автор к.ф.-м.н. доцент Савикин А.П.

Рецензент д.ф.-м.н. профессор Бакунов М.И.

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