

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

«Оптические методы анализа в научных исследованиях»

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки
**02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные
технологии»**

Направленность подготовки
«Автоматизация научных исследований»

Квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2023

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптические методы анализа в научных исследованиях» относится к обязательным дисциплинам вариативной части профессионального цикла образовательной программы по направлению магистратуры 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», направленность «Автоматизация научных исследований», преподается в 1 семестре.

Целью освоения дисциплины является формирование у студента представления об основных методах измерений и анализа данных в оптическом диапазоне электромагнитных волн, о современной элементной базе устройств, применяемых для измерения оптических характеристик источников излучения с различной степенью когерентности. Большое внимание в курсе уделено методам обработки информации, заложенным в принципы функционирования оптико-электронных спектральных приборов. Излагаются методы расчёта и выбора количественных характеристик приборов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1 Способность руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности (уровень освоения – начальный)	З-1 Знание основных принципов и методов обработки результатов оптических измерений У-1 Умение и навыки использования базовых знаний в области оптических измерений и оптических информационных технологий в профессиональной деятельности В-1 Владение опытом использования основ фундаментальной информатики, в том числе – в области прикладной оптики, при решении научно-исследовательских задач

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Оптические методы анализа в научных исследованиях». Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа - занятия лекционного типа, 1 час – мероприятия текущего контроля), 75 часа составляет самостоятельная работа обучающегося и подготовка и проведение аттестации (зачета).

Содержание дисциплины (модуля)

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

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			Всего	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа		
Введение. Основные различия временных и пространственных частот.	5	2			2	3
Спектральные характеристики электромагнитного излучения оптического диапазона	8	2			2	6
Элементы фотометрии в оптических системах передачи информации	12	4			4	8
Нелинейно-оптические методы и алгоритмы преобразования сигнала.	8	2			2	6
Методы и численные алгоритмы спектральной фильтрации в оптических системах.	12	4			4	8
Анализ степени когерентности источников излучения. Двухлучевые и многолучевые интерферометры	12	4			4	8
Анализ оптических спектров приборами с селективной модуляцией.	10	2			2	8
Методы измерения энергетических, пространственных и временных характеристик оптических сигналов	12	4			4	8
Анализ поляризованного света. Поляризационные устройства в оптических системах передачи информации	10	2			2	8
Регистрация и обработка оптических баз данных в устройствах анализа оптических сигналов.	12	4			4	8
Естественные пределы точности измерения оптических сигналов.	6	2			2	4
Промежуточная аттестация (зачет)						

4. Образовательные технологии

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.

5. 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

Примеры тестовых контрольных вопросов:

1. На примере построения изображения объективом показать связь между пространственными и временными частотами.
2. Спектральные зависимости каких производных величин необходимо измерять при решении задач, связанных с прохождением излучения через среду?
3. Привести сравнение распределения числа фотонов в моде вынужденного и спонтанного излучений He-Ne лазера (длина волны 633нм, объём газового разряда 1см³).
4. Объяснить необходимость введения псевдотемператур, таких как радиационная, яркостная и цветовая температуры.
5. С помощью конфигурационной диаграммы энергетических уровней объяснить электронные переходы в молекуле. Принцип Франка –Кондона.
6. Перечислить результаты влияния безызлучательных переходов на оптические характеристики диэлектриков, легированных ионами РЗЭ.
7. Объяснить два метода спектрального разложения излучения, на которых основана работа спектральных приборов.
8. Обосновать методику экспериментального определения ширины инструментального контура.
9. Получить выражения для интенсивностей излучения отражённого и прошедшего через интерферометр Фабри-Перо (уравнения Эри).
10. Можно ли в методе широкополосной абсорбционной спектроскопии проводить измерения вращательной структуры электронно- колебательно- вращательных спектров молекул?
11. Объяснить преимущества метода Фурье-спектроскопии перед методами с пространственным разделением спектров излучения.
12. Предложить метод измерения параметров эллиптической поляризации излучения.
13. Объяснить принцип действия приборов с зарядовой связью.
14. Объяснить причину уменьшения отношения сигнал/шум в методе задержанных совпадений.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),
включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-1 Способность руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
З-1 Знание основных принципов и методов обработки результатов оптических измерений	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительно материала без ошибок и погрешностей
У-1 Умение и навыки использования базовых знаний в области оптических измерений и оптических информационных технологий в профессиональной деятельности	Полное отсутствие требуемых умений	Фрагментарные умения использования базовых знаний в области методов оптических измерений в профессиональной деятельности	Умение использования базовых знаний в области методов оптических измерений	Достаточный уровень умений использования базовых знаний в области методов оптических измерений	Достаточный уровень умений использования базовых знаний в области методов оптических измерений	Умение и навыки использования базовых знаний в области методов оптических измерений в профессиональной деятельности	Всестороннее умение и навыки использования базовых знаний в области методов оптических измерений в профессиональной деятельности
В-1 Владение опытом использования основ фундаментальной информатики, в том числе – в области прикладной оптики, при решении научно-исследовательских задач	Полное отсутствие навыков использования	Фрагментарные навыки использования базовых знаний в области методов оптических измерений	Наличие минимальных навыков использования базовых знаний в области методов оптических измерений профессиональной деятельности	Посредственное владение навыками использования базовых знаний в области методов оптических измерений в профессиональной деятельности	Достаточное владение навыками использования базовых знаний в области методов оптических измерений при решении профессиональных задач	Хорошее владение навыками использования базовых знаний в области методов оптических измерений в профессиональной деятельности и при решении радиофизических задач	Всестороннее владение навыками использования базовых знаний в области методов оптических измерений в профессиональной деятельности

						ских задач	
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	21 – 50 %	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%
Шкала оценок по системе «зачтено/ не зачтено»	не зачтено	не зачтено	зачтено	зачтено	зачтено	зачтено	зачтено

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способность студентов использовать полученные знания для постановки и решения

конкретных научных задач

- готовность и умение использования новейших достижений в области оптических технологий при решении научно-исследовательских задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) или решении задачи (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Результатом проверки усвоения студентом материала и правильности решения задачи является выставление студенту оценки «зачтено». При отсутствии соответствующего уровня знаний и навыков студент не аттестовывается.

Зачтено	Превосходная, отличная, хорошая или удовлетворительная подготовка. Обучаемый не менее чем удовлетворительно отвечает на основные вопросы, а также на большинство дополнительных вопросов.
Не зачтено	Обучаемый показывает неудовлетворительное знание основ курса и базовых понятий, допускает значительные ошибки при ответах на большинство дополнительных вопросов. Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются: индивидуальное собеседование, тестовые контрольные вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений используется индивидуальное собеседование, тестовые вопросы и задачи.

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются: индивидуальное собеседование, тестовые контрольные задачи.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. На примере построения изображения объективом показать связь между пространственными и временными частотами.
2. Спектральные зависимости каких производных величин необходимо измерять при решении задач, связанных с прохождением излучения через среду?
3. Привести сравнение распределения числа фотонов в моде вынужденного и спонтанного излучений He-Ne лазера (длина волны 633нм, объём газового разряда 1см^3).
4. Объяснить необходимость введения псевдотемператур, таких как радиационная, яркостная и цветовая температуры.
5. С помощью конфигурационной диаграммы энергетических уровней объяснить электронные переходы в молекуле. Принцип Франка –Кондона.
6. Перечислить результаты влияния безызлучательных переходов на оптические характеристики диэлектриков, легированных ионами РЗЭ.
7. Объяснить два метода спектрального разложения излучения, на которых основана работа спектральных приборов.
8. Обосновать методику экспериментального определения ширины инструментального контура.
9. Получить выражения для интенсивностей излучения отражённого и прошедшего через интерферометр Фабри-Перо (уравнения Эри).
10. Можно ли в методе широкополосной абсорбционной спектроскопии проводить измерения вращательной структуры электронно- колебательно- вращательных спектров молекул?
11. Объяснить преимущества метода Фурье-спектроскопии перед методами с пространственным разделением спектров излучения.
12. Предложить метод измерения параметров эллиптической поляризации излучения.
13. Объяснить принцип действия приборов с зарядовой связью.
14. Объяснить причину уменьшения отношения сигнал/шум в методе задержанных совпадений.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Оптические методы анализа в научных исследованиях»

а) основная литература:

1. Ландсберг Г. С. - Оптика: [для физ. специальностей вузов]. - М.: Наука, 1976. - 926 с.
2. Матвеев А. Н. - Оптика: учеб. пособие для физ. специальностей вузов. - М.: Высшая школа, 1985. - 351 с.
3. Фриш С. Э. - Оптические методы измерений: учеб. пособие. Ч. 2. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. - 226 с.

б) дополнительная литература:

4. Морозов А.Н. , Светличный С.И. «Основы Фурье-спектрорадиометрии». М.: «Наука», 2006г. – 275 с.
5. Кларк Э.Р., Эберхардт К.Н. «Микроскопические методы исследования материалов». М.:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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 с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО для магистратуры по направлению 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Автор доцент Савикин А.П.

Рецензент Жуков С.Н.

Заведующий кафедрой профессор Бельков С.А.

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