

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЛАЗЕРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ»

Направление: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Иванов Николай Аркадьевич
Дата подписания: 08.08.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 22.09.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 27.08.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Лазерная спектроскопия наноматериалов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом знаний технологических процессов, оборудования и свойств материалов, используемых при производстве объектов микро- и наносистемной техники	ПК-1.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.3	Знать: основные методы лазерной спектроскопии и особенности их использования для исследования наноматериалов. Уметь: проводить расчеты основных характеристик лазерного излучения, составлять схемы экспериментальной установки для исследования наноматериалов, обрабатывать полученные экспериментальные данные. Владеть: методами поиска и обработки научно-технической информации, владеть методами исследования с помощью лазерной спектроскопии и методами обработки экспериментальных данных	Знать Знать основные методы лазерной спектроскопии для исследования наноматериалов. Уметь Уметь: проводить расчеты основных характеристик лазерного излучения, составлять схемы экспериментальной установки для исследования наноматериалов, обрабатывать полученные экспериментальные данные. Владеть Владеть: методами поиска и обработки научно-технической информации, владеть методами исследования с помощью лазерной спектроскопии и методами обработки экспериментальных данных

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Лазерная спектроскопия наноматериалов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Процессы микро- и нанотехнологий», «Компьютерные технологии в нанoeлектронике и микросистемной технике»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Методы исследования микро- и наносистем», «Физика твердого тела и наносистем»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45
--------------------	--

	минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	42	42
лекции	14	14
лабораторные работы	14	14
практические/семинарские занятия	14	14
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	66	66
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Типы лазеров для спектроскопии	1	2			1	2			Устный опрос
2	Перестраиваемые по частоте лазеры	2	2	2	4			3	14	Устный опрос
3	Спектральные измерения	3	2	1, 3	10	2	2	2, 4	46	Устный опрос
4	Лазерное излучение и оптические взаимодействия в наноразмерном окружении	4	2			3	2			Устный опрос
5	Поверхностные плазмоны	5	2			5	2	1	6	Устный опрос
6	Квантовые излучатели	6	4			4, 6	6			Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		14		14		14		66	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Типы лазеров для спектроскопии	Газовые лазеры. Твердотельные лазеры, в том числе полупроводниковые. Лазеры на основе органических красителей. Лазеры на центрах окраски. Оптоволоконные лазеры. Лазеры на

		квантовых ямах и квантовых точках.
2	Перестраиваемые по частоте лазеры	Методы перестройки частоты. Получение сверхузких линий лазерного излучения. Методы свипирования частоты излучения. Методы стабилизации частоты по сверхузким резонансам.
3	Спектральные измерения	Приборы для регистрации лазерного излучения. Точное измерение частот лазеров. Эталоны Фабри-Перо.
4	Лазерное излучение и оптические взаимодействия в наноразмерном окружении	Мультипольное разложение. Классический гамильтониан "частица-поле". Излучение электрического диполя. Поле электрического диполя в однородном пространстве. Спонтанная релаксация. Локальная плотность состояний. Перенос энергии между двумя частицами. Перепутанные состояния
5	Поверхностные плазмоны	Теория Друде-Зоммерфельда. Поверхностные плазмоны-поляритоны на плоских границах раздела. Возбуждение поверхностных плазмон-поляритонов. Поверхностные плазмонные резонансы металлических наночастиц. Гигантское комбинационное рассеяние света.
6	Квантовые излучатели	Полупроводниковые квантовые точки. Однофотонное излучение трехуровневой системы. Отдельные молекулы как зонды для локализованных полей. Распределение поля в фокусе лазерного излучения. Зондирование сильно локализованных полей

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Спектральные приборы	4
2	Перестраиваемые по частоте лазеры	4
3	Методы регистрации спектра лазерного излучения	6

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Устный опрос, решение задач	2
2	Устный опрос, решение задач	2
3	Устный опрос, решение задач	2
4	Устный опрос, решение задач	2
5	Устный опрос, решение задач	2
6	Устный опрос, решение задач	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выбор темы научного исследования	6
2	Подготовка к зачёту	16
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	14
4	Проработка разделов теоретического материала	30

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссии, компьютерные симуляции

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в накопленную оценку.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лазерная спектроскопия атомов и молекул / Г. Вальтер [и др.], 1979. - 432.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Демтредер В. Лазерная спектроскопия: Основные принципы и техника эксперимента / В. Демтредер; Пер. с англ. А. И. Маслова, Е. А. Юкова, 1985. - 608.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устное собеседование по теоретическим вопросам; оценка уровня выполнения заданий на практических занятиях, зачет

Критерии оценивания.

Показывает знания основных методов лазерной спектроскопии и особенностей их использования для исследования наноматериалов, Показывает умение проводить расчеты основных характеристик лазерного излучения, составлять схемы экспериментальной установки для исследования наноматериалов, обрабатывать полученные экспериментальные данные. Показывает навыки владения методами поиска и обработки научно-технической информации, методами исследования с помощью лазерной спектроскопии и методами обработки экспериментальных данных.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-1.3	Показывает знания основных методов лазерной спектроскопии и особенностей их использования для исследования наноматериалов, Показывает умение проводить расчеты основных характеристик лазерного излучения, составлять схемы экспериментальной установки для исследования наноматериалов, обрабатывать полученные экспериментальные данные. Показывает навыки владения методами поиска и обработки научно-технической информации, методами исследования с помощью лазерной спектроскопии и методами обработки экспериментальных данных.	Устное собеседование по теоретическим вопросам; оценка уровня выполнения заданий на практических занятиях, зачет

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Билет №1

Модовый состав излучения. Моды резонатора.

Билет №2

Когерентность излучения. Пространственная и временная когерентность. Длина

когерентности. Время когерентности. Объем когерентности.

Билет № 3

Естественная ширина линий. Доплеровская ширина линий.

Билет №4

Столкновительное уширение линий. Времяпролетное уширение.

Билет №5

Уширение спектральных линий в конденсированных средах. Однородное и неоднородное уширение

Билет №6

Лазеры с фиксированной частотой. Перестраиваемые лазеры.

Билет № 7

Спектр частот многомодовых лазеров. Селекция мод в лазерах.

Билет №8

Спектр частот лазеров. Одномодовый режим генерации лазеров.

Билет №9

Высокочувствительные методы спектроскопии. Абсорбционная лазерная спектроскопия.

Билет №10

Высокочувствительные методы спектроскопии Лазерная спектроскопия возбуждения.

Билет №11

Высокочувствительные методы спектроскопии. Оптоакустическая спектроскопия.

Билет №12

Высокочувствительные методы спектроскопии. Внутривибрационная лазерная спектроскопия.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Правильный ответ хотя бы на два вопроса.	Неправильный ответ хотя бы на два вопроса

7 Основная учебная литература

1. Наноструктуры в электронике и фотонике / под ред. Ф. Рахмана; пер. с англ. Ю. А. Заболотной; под ред. Е. Л. Свинцова, 2010. - 343.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Быков Александр Дмитриевич. Колебательно-вращательная спектроскопия водяного пара / Александр Дмитриевич Быков; Отв. ред. М. В. Кабанов, 1989. - 295.

2. Спектроскопия оксидных кристаллов для квантовой электроники / Ин-т общ. физики, 1991. - 142.

3. Васильев В. П. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа (Абсорбционная спектроскопия, нефелометрия, кинетические и электрохимические методы) : учеб. пособие / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, 1977. - 111.

4. Юхневич Г. В. Инфракрасная спектроскопия воды / Г. В. Юхневич. - 208.

5. Аналитическая лазерная спектроскопия : пер. с англ. / К. Сакчи, О. Звелто, К. Лакуа и др., 1982. - 606.

6. Марфунин А. С. Спектроскопия, люминесценция и радиационные центры в минералах / А. С. Марфунин, 1975. - 327.
7. Ельяшевич М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия / М. А. Ельяшевич, 1962. - 892.
8. Лазерная спектроскопия атомов и молекул / Г. Вальтер [и др.], 1979. - 432.
9. Физика и спектроскопия лазерных кристаллов / А. А. Каминский, Л. К. Аминов, В. Л. Ермолаев и др.; Отв. ред. А. А. Каминский, 1986. - 271.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.