



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

Н.М. Буднев

«02» апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.02.01 Лазерная спектроскопия

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки Экспериментальная физика

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
_____ Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № _____ 5
от «21» февраля 2025 г.
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор
_____ А.А. Гаврилюк

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3. Содержание учебного материала	11
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	12
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	12
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	14
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	14
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	14
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	16
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	16
6.2. Программное обеспечение:	16
6.3. Технические и электронные средства:	16
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	17

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Курс «Лазерная спектроскопия» предназначен для того, чтобы познакомить студентов с теоретическими основами взаимодействия света и вещества, актуальными для лазерной спектроскопии, включая метод матрицы плотности, с экспериментальными методами современной лазерной спектроскопии, включая линейную и нелинейную спектроскопию поглощения, бездоплеровскую спектроскопию, люминесцентную спектроскопию с временным разрешением, спектроскопию комбинационного рассеяния, спектроскопию одиночных квантовых систем, с направлениями развития и приложениями лазерной спектроскопии. Студенты должны получить знания, позволяющие им использовать методы и средства лазерной спектроскопии в своих исследованиях в области конденсированного состояния и в других разделах физики.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Лазерная спектроскопия» входит в модуль **Б1.В.ДВ.02.01**, относящийся к вариативной части цикла Б1 основной образовательной программы по направлению: **03.03.02 Физика, профиль “Физика конденсированного состояния”**. Данный спецкурс связан со спецкурсом по атомной и молекулярной спектроскопии, который является вводным курсом к этой дисциплине, а с другой стороны имеет самостоятельное значение для углубленного изучения современных методов и принципов лазерной спектроскопии.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- *Механика;*
- *Молекулярная физика;*
- *Электричество и магнетизм;*
- *Колебания и волны. Оптика;*
- *Атомная физика;*
- *Математический анализ;*
- *Аналитическая геометрия;*
- *Линейная алгебра;*
- *Векторный и тензорный анализ;*
- *Дифференциальные уравнения;*
- *Интегральные уравнения и вариационное исчисление;*
- *Теория функции комплексного переменного;*
- *Теоретическая механика;*
- *Квантовая механика.*

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- *Атомная и молекулярная спектроскопия.*

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) 03.03.02 Физика:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2: способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-2.1 Обладает способностью использовать информационные технологии с учетом отечественного и зарубежного опыта	Знать: основные принципы использования информационных технологий для освоения отечественного и зарубежного опыта. Уметь: планировать исследования с учетом отечественного и зарубежного опыта. Владеть: способностью использовать информационные технологии с учетом отечественного и зарубежного опыта.
	ПК-2.2 Обладает способностью проводить научные исследования в области лазерной спектроскопии с помощью современной приборной базы	Знать: принципы работы оборудования. Уметь: планировать исследования в области лазерной спектроскопии. Владеть: способностью проводить научные исследования в области лазерной спектроскопии с помощью современной приборной базы.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объём дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа, в том числе 95 часов контактной работы.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий - 40 часов.

Из них 18 часов – практическая подготовка.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Состояния квантовой системы. Оператор плотности. Его свойства.	7	4	1	1	2		1	Экспресс-опрос
2	Квантовомеханическое среднее значение операторов динамических величин.	7	4	1	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
3	Квантовое уравнение Лиувилля (уравнение	7	5	1	2	2		1	Экспресс-опрос.

	Неймана).								Собеседование
4	Дифференциальные уравнения для диагональных и недиагональных элементов матрицы плотности.	7	4	1	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
5	Производные по времени от средних значений операторов динамических величин.	7	5	1	2	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
6	Гамильтониан атома в электромагнитном поле. Мультипольное разложение.	7	6	1	2	3		1	Экспресс-опрос. Собеседование
7	Правила отбора по четности для переходов разной мультипольности.	7	4	1	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
8	Уравнения движения для электрического дипольного перехода.	7	4	1	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
9	Учет ориентаций квантовых систем. Усреднение по ориентациям.	7	6	1	1	4		1	Экспресс-опрос. Собеседование
10	Уравнение для разности населенностей.	7	4	1	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
11	Волновое уравнение с учетом потерь, не связанных с рассматриваемым переходом. Система уравнений, описывающих взаимодействие света и вещества.	7	6	1	2	3		1	Экспресс-опрос. Собеседование
12	Резонансные процессы взаимодействия света и вещества. Электрическая восприимчивость. Поглощение и дисперсия. Лоренцева форма спектральной линии.	7	5	1	2	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
13	Закон Бугера-Ламберта-Бера. Коэффициент поглощения, ширина спектральной линии. Значение функции формы в максимуме. Сечение поглощения. Сила осциллятора и правило сумм Томаса-Кюна.	7	4	1	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
14	Однородное и неоднородное уширение. Эффект Доплера. Ширина доплеровски уширенной линии. Функция Гаусса формы спектральной линии.	7	5	1	2	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование

15	Насыщение поглощения. Параметр насыщения. Форма лоренцевой линии при насыщении. Пассивные насыщающиеся оптические затворы.	7	4	1	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
16	Импульсная инверсия населенностей в двухуровневой среде.	7	5	2	2	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
17	Спектроскопия атомных и молекулярных пучков.	7	5	1	2	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
18	Резонансы насыщенного поглощения.	7	5	1	2	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
19	Метод разнесенных оптически полей.	7	4	2	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
20	Двухфотонная лазерная спектроскопия.	7	5	2	2	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
21	Резонансы поглощения и испускания холодных частиц, захваченных в ловушках.	7	5	1	2	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
22	Лазерная спектроскопия спонтанного и вынужденного комбинационного рассеяния.	7	4	2	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
23	Спектроскопическая идентификация частиц по характеристикам квантовых траекторий интенсивности одночастичной фотолюминесценции.	7	4	2	1	2		1	Экспресс-опрос. Собеседование
Экзамен		7	10					1	
Итого часов			144	18	34	50		1	23
									26

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8	Состояния квантовой системы. Оператор плотности. Его свойства.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]
8	Квантовомеханическое среднее значение операторов динамических величин.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]
8	Квантовое уравнение Лиувилля (уравнение Неймана).	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]

8	Дифференциальные уравнения для диагональных и недиагональных элементов матрицы плотности.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]
8	Производные по времени от средних значений операторов динамических величин.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]
8	Гамильтониан атома в электромагнитном поле. Мультипольное разложение.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]
8	Правила отбора по четности для переходов разной мультипольности.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]
8	Уравнения движения для электрического дипольного перехода.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]
8	Учет ориентаций квантовых систем. Усреднение по ориентациям.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]
8	Уравнение для разности населенностей.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]
8	Волновое уравнение с учетом потерь, не связанных с рассматриваемым переходом. Система уравнений, описывающих взаимодействие света и вещества.			1		[1-18]
8	Резонансные процессы взаимодействия света и вещества. Электрическая восприимчивость. Поглощение и дисперсия. Лоренцева форма спектральной линии.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1	Экспресс-опрос	[1-18]

8	Закон Бугера-Ламберта-Бера. Коэффициент поглощения, ширина спектральной линии. Значение функции формы в максимуме. Сечение поглощения. Сила осциллятора и правило сумм Томаса-Кюна.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
8	Однородное и неоднородное уширение. Эффект Доплера. Ширина доплеровски уширенной линии. Функция Гаусса формы спектральной линии.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
8	Насыщение поглощения. Параметр насыщения. Форма лоренцевой линии при насыщении. Пассивные насыщающиеся оптические затворы.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
8	Импульсная инверсия населенностей в двухуровневой среде.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
8	Спектроскопия атомных и молекулярных пучков.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
8	Резонансы насыщенного поглощения.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
8	Метод разнесенных оптически полей.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
8	Двухфотонная лазерная спектроскопия.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
8	Резонансы поглощения и испускания холодных частиц, захваченных в ловушках.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]

8	Лазерная спектроскопия спонтанного и вынужденного комбинационного рассеяния.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
8	Спектроскопическая идентификация частиц по характеристикам квантовых траекторий интенсивности одночастичной фотолюминесценции.	Подготовка к аудиторным занятиям по указанной теме. Изучение научной и специальной учебной литературы.	В течение семестра	1		[1-18]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				23		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				-		

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1. Квантовомеханические основы взаимодействия света и вещества

1. Состояния квантовой системы. Оператор плотности. Его свойства.
2. Квантовомеханическое среднее значение операторов динамических величин.
3. Квантовое уравнение Лиувилля (уравнение Неймана).
4. Дифференциальные уравнения для диагональных и недиагональных элементов матрицы плотности.
5. Производные по времени от средних значений операторов динамических величин.

Раздел 2. Квантовая система в электромагнитном поле

6. Гамильтониан атома в электромагнитном поле. Мультипольное разложение.
7. Правила отбора по четности для переходов разной мультипольности.
8. Уравнения движения для электрического дипольного перехода.
9. Учет ориентаций квантовых систем. Усреднение по ориентациям. Уравнение второго порядка для электрической поляризации среды в поле электромагнитного излучения.
10. Уравнение для разности населенностей.
11. Волновое уравнение с учетом потерь, не связанных с рассматриваемым переходом. Система дифференциальных уравнений, описывающих взаимодействие света и вещества.

Раздел 3. Резонансные процессы

12. Резонансные процессы взаимодействия света и вещества. Электрическая восприимчивость. Поглощение и дисперсия. Лоренцева форма спектральной линии.
13. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Коэффициент поглощения, ширина спектральной линии. Значение функции формы в максимуме. Сечение поглощения. Сила осциллятора и правило сумм Томаса-Кюна.
14. Однородное и неоднородное уширение. Эффект Доплера. Ширина доплеровски уширенной линии. Функция Гаусса формы спектральной линии.

Раздел 4. Некоторые методы лазерной спектроскопии

15. Насыщение поглощения. Параметр насыщения. Форма лоренцевой линии при насыщении. Пассивные насыщающиеся оптические затворы.
16. Импульсная инверсия населенностей в двухуровневой среде.
17. Спектроскопия атомных и молекулярных пучков.
18. Резонансы насыщенного поглощения.
19. Метод разнесенных оптически полей.
20. Двухфотонная лазерная спектроскопия.
21. Резонансы поглощения и испускания холодных частиц, захваченных в ловушках.
22. Лазерная спектроскопия спонтанного и вынужденного комбинационного рассеяния.
23. Спектроскопическая идентификация частиц по характеристикам квантовых траекторий интенсивности одночастичной фотолуминесценции.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			всего часов	из них практ. подг.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1	Квантовомеханические основы взаимодействия света и вещества	10	10	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-2
2	Раздел 2	Квантовая система в электромагнитном поле	13	13	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-2
3	Раздел 3	Резонансные процессы	6	6	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-2
4	Раздел 4	Некоторые методы лазерной спектроскопии	15	15	Экспресс-опрос. Оценки за решение задач	ПК-2

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Состояния квантовой системы. Оператор плотности. Его свойства.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
2	Квантовомеханическое среднее значение операторов динамических величин.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
3	Квантовое уравнение Лиувилля (уравнение Неймана).	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
4	Дифференциальные уравнения для диагональных и недиагональных элементов матрицы плотности. Производные по времени от средних значений операторов динамических величин.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2

5	Гамильтониан атома в электромагнитном поле. Мультипольное разложение. Правила отбора по четности для переходов разной мультипольности.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
6	Уравнения движения для электрического дипольного перехода. Учет ориентаций квантовых систем. Усреднение по ориентациям.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
7	Уравнение для разности населенностей. Волновое уравнение с учетом потерь, не связанных с рассматриваемым переходом. Система уравнений, описывающих взаимодействие света и вещества.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
8	Резонансные процессы взаимодействия света и вещества. Электрическая восприимчивость. Поглощение и дисперсия. Лоренцева форма спектральной линии.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
9	Закон Бугера-Ламберта-Бера. Коэффициент поглощения, ширина спектральной линии. Значение функции формы в максимуме. Сечение поглощения. Сила осциллятора и правило сумм Томаса-Кюна.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
10	Однородное и неоднородное уширение. Эффект Доплера. Ширина доплеровски уширенной линии. Функция Гаусса формы спектральной линии. Насыщение поглощения. Параметр насыщения. Форма лоренцевой линии при насыщении. Пассивные насыщающиеся оптические затворы. Импульсная инверсия населенностей в двухуровневой среде.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2
11	Спектроскопия атомных	Подготовка к аудиторным	ПК-2	ПК-2

	и молекулярных пучков.	занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.		
12	Метод разнесенных оптических полей. Двухфотонная лазерная спектроскопия. Лазерная спектроскопия спонтанного и вынужденного комбинационного рассеяния.	Подготовка к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение. Изучение научной и специальной учебной литературы.	ПК-2	ПК-2

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Непосредственно в процессе аудиторных занятий, при выполнении практических работ.
- 2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при подготовке к аудиторным занятиям по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, и при изучении научной и специальной учебной литературы.

Самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов также включает в себя подготовку к устным опросам по каждому из изучаемых разделов. Также самостоятельная работа подразумевает систематический подход к обучению, в соответствии с предложенным в разделе 4.1 графиком, что, в свою очередь, способствует получению зачета по данной дисциплине.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература

- 1) **Демтрёдер, Вольфганг.** Современная лазерная спектроскопия [Текст] : учеб. пособие / В. Демтрёдер ; пер. с англ.: М. В. Рябинина, Л. А. Мельников, В. Л. Дербов ; ред. Л. А. Мельников. - Долгопрудный : Изд. дом "Интеллект", 2014. - 1071 с. ; 22 см. - ISBN 978-5-91559-114-0. – (2 экз.)
- 2) **Знаменский, Николай Владимирович.** Спектры и динамика оптических переходов редкоземельных ионов в кристаллах / Н. В. Знаменский, Ю. В. Малюкин. - М. : Физматлит, 2008. - 191 с. : граф. ; 22 см. - Библиогр.: с. 179-188. - ISBN 978-5-9221-0947-5. – (2 экз.)
- 3) **Кремерс, Дэвид А.** Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия [Текст] : пер. с англ. / Д. А. Кремерс, Л. Д. Радзиемски ; ред. Н. Б. Зоров. - М. : Техносфера, 2009. - 358 с. : ил., [5] вкл. л. цв. ил. ; 25 см. - (Мир физики и техники). - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 345-358. - ISBN 978-5-94836-235-9. – (2 экз.)

- 4) **Шалаев А.А.** Основы физического материаловедения [Электронный ресурс] : учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Шалаев. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0883-5
- 5) **Фриш С. Э.** Оптические спектры атомов [Электронный ресурс] / С. Э. Фриш. - Москва : Лань, 2010. - 644 с. : ил., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Классическая учебная литература по физике / ред. совет : Ж.И.Алферов (пред.) [и др.]) (Лучшие классические учебники). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Предм. указ.: с.637-640. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8114-1143-6

б) дополнительная учебная литература:

- 6) Летохов, В. С. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения [Текст] : научное издание / В. С. Летохов, В. П. Чеботаев. - М. : Наука, 1990. - 511 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 481-507. - ISBN 5-020-14040-6. - (2 экз.)
- 7) Малышев, В. А. Основы квантовой электроники и лазерной техники [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / В. А. Малышев. - М. : Высш. шк., 2005. - 543 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 536-539. - ISBN 5-06-004853-5. - (1 экз.)
- 8) Р.Пантел, Г.Путхоф. Основы квантовой электроники. – М. «Мир», 1972.
- 9) Ахманов С.А. Методы нелинейной оптики в спектроскопии рассеяния света: активная спектроскопия рассеяния света [Текст] : научное издание / С. А. Ахманов, Н. И. Коротеев. - М. : Наука, 1981. - 543 с. : ил. ; 21 см. - (Современные проблемы физики). - Библиогр.: с. 513-539. - (3 экз.)
- 10) Маныкин, Э.А. Оптическая эхо-спектроскопия [Текст] : научное издание / Э. А. Маныкин, В. В. Самарцев ; отв. ред. С. А. Ахманов ; АН СССР, Казан. фил., Казан. физ.-техн. ин-т. - М. : Наука, 1984. - 270 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 244-268. - (2 экз.)
- 11) Л.Аллен, Дж.Эберли. Оптический резонанс и двухуровневые атомы. - М., 1978.
- 12) Ельяшевич, М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия [Текст] / М. А. Ельяшевич. - М. : КомКнига, 2006 - . - 21 см. - [Ч.2] : Атомная спектроскопия. - 3-е изд. - 2006. - 415 с. : ил. - Предм. указ.: с.404-415 . - ISBN 5-484-00686-4. - (1 экз.)

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", полезных для освоения дисциплины

- 13) НБ ИГУ <http://library.isu.ru/ru>
- 14) ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- 15) ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 16) ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- 17) ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>
- 18) В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по дисциплине Б1.В.ДВ.7.1 «Лазерная спектроскопия».

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практические и лекционные занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию.

Лабораторное оборудование:

Лазерные элементы, пассивные насыщающиеся лазерные затворы, ионные кристаллы, активированные ионные кристаллы, монокристаллы с центрами окраски. Экскурсия в Иркутский филиал Института лазерной физики СО РАН для ознакомления с экспериментальной техникой лазерной спектроскопии, с пикосекундными, наносекундными и непрерывными лазерными источниками, конфокальным сканирующим флуоресцентным микроскопом с пикосекундным временным разрешением, системами время-коррелированного счета фотонов на базе лавинных фотодиодов, абсорбционными спектрофотометрами и УФ-ИК спектрофлуориметрами.

На факультете имеется компьютеризированная аудитория с неограниченным доступом в Интернет и стандартным программным обеспечением с возможностью просмотра презентаций и других материалов по курсу (в рамках самостоятельной работы студентов) и обработки экспериментальных данных в стандартных программах для построения графиков, таблиц и проведения расчётов (в рамках лабораторного практикума).

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средства просмотра презентаций и других материалов по курсу, стандартные программы для построения графиков, таблиц и проведения расчётов.

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Классические лекционные и практические занятия, экспресс-опросы.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

Оценочные материалы для входного контроля:

Проводится опрос на первом занятии.

Оценочные материалы текущего контроля:

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации:

Примерный список вопросов к экзамену:

- 1) Состояния квантовой системы. Оператор плотности. Его свойства.
- 2) Квантовомеханическое среднее значение операторов динамических величин.
- 3) Квантовое уравнение Лиувилля (уравнение Неймана).
- 4) Дифференциальные уравнения для диагональных и недиагональных элементов матрицы плотности.
- 5) Производные по времени от средних значений операторов динамических величин.
- 6) Гамильтониан атома в электромагнитном поле. Мультипольное разложение.
- 7) Правила отбора по четности для переходов разной мультипольности.
- 8) Уравнения движения для электрического дипольного перехода.
- 9) Учет ориентаций квантовых систем. Усреднение по ориентациям. Уравнение второго порядка для электрической поляризации среды в поле электромагнитного излучения.
- 10) Уравнение для разности населенностей.
- 11) Волновое уравнение с учетом потерь, не связанных с рассматриваемым переходом. Система уравнений, описывающих взаимодействие света и вещества.
- 12) Резонансные процессы взаимодействия света и вещества. Электрическая восприимчивость. Поглощение и дисперсия. Лоренцева форма спектральной линии.
- 13) Закон Бугера-Ламберта-Бера. Коэффициент поглощения, ширина спектральной линии. Значение функции формы в максимуме. Сечение поглощения. Сила осциллятора и правило сумм Томаса-Кюна.
- 14) Однородное и неоднородное уширение. Эффект Доплера. Ширина доплеровски уширенной линии. Функция Гаусса формы спектральной линии.
- 15) Насыщение поглощения. Параметр насыщения. Форма лоренцевой линии при

насыщении. Пассивные насыщающиеся оптические затворы.

- 16) Импульсная инверсия населенностей в двухуровневой среде.
- 17) Спектроскопия атомных и молекулярных пучков.
- 18) Резонансы насыщенного поглощения.
- 19) Метод разнесенных оптически полей.
- 20) Двухфотонная лазерная спектроскопия.
- 21) Резонансы поглощения и испускания холодных частиц, захваченных в ловушках.
- 22) Лазерная спектроскопия спонтанного и вынужденного комбинационного рассеяния.
- 23) Спектроскопическая идентификация частиц по характеристикам квантовых траекторий интенсивности одночастичной фотолюминесценции.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Разработчик:

профессор

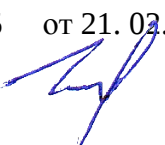


Мартынович Е.Ф.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

Протокол № 5 от 21. 03. 2025 г.

Зав. кафедрой



Гаврилюк А.А.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

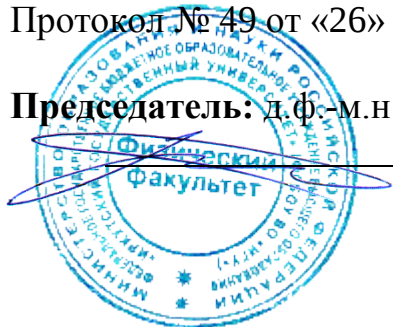
**Факультет (институт) Физический факультет
Кафедра Общей и экспериментальной физики**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 Лазерная спектроскопия
направление подготовки 03.03.02 Физика
направленность (профиль) Физика материалов твердотельной
электроники и фотоники**

Одобен
УМК физического факультета
Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
_____ Н.М. Буднев



Разработан в соответствии с приказом
от 7 августа 2020 г. № 891 об
утверждении федерального
государственного образовательного
стандарта высшего образования -
бакалавриат по направлению
подготовки 03.03.02 физика
с учетом требований проф. стандартов
40 - Сквозные виды профессиональной
деятельности в промышленности
40.011 - Специалист по научно-
исследовательским и опытно-
конструкторским разработкам

Разработчик:

_____ д.ф.-м.н. профессор Е.Ф. Мартынович

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.04 Введение в ФКС

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки Физика материалов твердотельной электроники и фотоники

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

1. Компетенции (индикаторы компетенций), формируемые в процессе изучения дисциплины (курс 3 семестр 5):

Компетенция	Результаты обучения
ПК-1: способность использовать специализированные знания в области физики конденсированного состояния для освоения профильных физических дисциплин	Знать: Математический аппарат, позволяющий решать задачи прикладного и исследовательского характера в области физики конденсированного состояния. Уметь: Определять методы и подходы для решения задач прикладного и исследовательского характера в области физики конденсированного состояния. Владеть: Навыками решения задач в области физики конденсированного состояния в рамках исследовательской деятельности.
	Знать: Математический аппарат, позволяющий решать профильные задачи прикладного и исследовательского характера в области физики конденсированного состояния. Уметь: Определять методы и подходы для решения профильных задач прикладного и исследовательского характера в области физики конденсированного состояния. Владеть: Навыками решения профильных задач в области физики конденсированного состояния в рамках исследовательской деятельности.

2. Текущий контроль

2.1. Программа оценивания контролируемой компетенции ПК-1

Тема или раздел дисциплины	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Критерий оценивания	Наименование ОС ²	
				ТК ³	ПА ⁴
Раздел 1	ПК - 1	Знать: Математический аппарат, позволяющий решать задачи прикладного и исследовательского характера в области физики конденсированного состояния. Уметь: Определять методы и подходы для решения задач прикладного и исследовательского характера в области физики конденсированного состояния. Владеть: Навыками решения задач в области физики конденсированного состояния в рамках исследовательской деятельности.	См. «Вопросы для собеседования»; «Тестовые задания»	Экспресс-опрос. Собеседование	Тест 1
Раздел 2			См. «Вопросы для собеседования»; «Тестовые задания»	Экспресс-опрос. Собеседование	Тест 2

2.2. Характеристика оценочных материалов для обеспечения текущего контроля по дисциплине

Код индикатора компетенции	Планируемый результат	ОС ²	Содержание задания/вопроса и т.д.
ПК - 1	Знает: Математический аппарат, позволяющий решать профильные задачи прикладного и исследовательского характера в области физики конденсированного состояния.	Экспресс-опрос. Собеседование	См. «Вопросы для собеседования»
ПК - 1	Умеет: Определять методы и подходы для решения профильных задач прикладного и исследовательского характера в области физики конденсированного состояния.	Экспресс-опрос. Собеседование	См. «Вопросы для собеседования»
ПК - 1	Владеет: Навыками решения профильных задач в области физики конденсированного состояния в рамках исследовательской деятельности.	Экспресс-опрос. Собеседование	См. «Вопросы для собеседования»

3.3 Оценочные материалы (средства), обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)

В этом разделе могут быть представлены зачётно-экзаменационные материалы, содержащие комплекты вопросов (заданий) для зачёта и экзаменационных билетов для экзамена, а также критерии формирования оценок. Решением кафедры в состав экзаменационных билетов для экзамена или заданий к зачёту вместо вопросов, задач/заданий, могут включаться тесты и иные КИМ, применение которых позволит оценить уровни сформированности компетенций у студентов.

Обратите внимание! Данный раздел содержит только тот материал, который используется автором при проведении промежуточной аттестации (зачет или экзамен) по дисциплине (модулю) и указан в его рабочей программе.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Задание для контроля знаний по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 Лазерная спектроскопия

1. Гамильтониан атома в электромагнитном поле. Мультипольное разложение.
2. Волновое уравнение с учетом потерь, не связанных с рассматриваемым переходом. Система уравнений, описывающих взаимодействие света и вещества.
3. Метод разнесенных оптических полей.

Педагогический работник _____ Е.Ф.Мартынович

(подпись)

Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк

(подпись)

«26» марта 2025 г.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

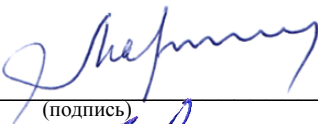
«Иркутский государственный
 университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

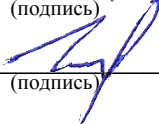
Экзаменационные вопросы

Задание для контроля знаний по дисциплине Б1.В.ДВ.02.01 Лазерная спектроскопия

- 1) Состояния квантовой системы. Оператор плотности. Его свойства.
- 2) Квантовомеханическое среднее значение операторов динамических величин.
- 3) Квантовое уравнение Лиувилля (уравнение Неймана).
- 4) Дифференциальные уравнения для диагональных и недиагональных элементов матрицы плотности.
- 5) Производные по времени от средних значений операторов динамических величин.
- 6) Гамильтониан атома в электромагнитном поле. Мультипольное разложение.
- 7) Правила отбора по четности для переходов разной мультипольности.
- 8) Уравнения движения для электрического дипольного перехода.
- 9) Учет ориентаций квантовых систем. Усреднение по ориентациям. Уравнение второго порядка для электрической поляризации среды в поле электромагнитного излучения.
- 10) Уравнение для разности населенностей.
- 11) Волновое уравнение с учетом потерь, не связанных с рассматриваемым переходом. Система уравнений, описывающих взаимодействие света и вещества.
- 12) Резонансные процессы взаимодействия света и вещества. Электрическая восприимчивость. Поглощение и дисперсия. Лоренцева форма спектральной линии.
- 13) Закон Бугера-Ламберта-Бера. Коэффициент поглощения, ширина спектральной линии. Значение функции формы в максимуме. Сечение поглощения. Сила осциллятора и правило сумм Томаса-Кюна.
- 14) Однородное и неоднородное уширение. Эффект Доплера. Ширина доплеровски

- уширенной линии. Функция Гаусса формы спектральной линии.
- 15) Насыщение поглощения. Параметр насыщения. Форма лоренцевой линии при насыщении. Пассивные насыщающиеся оптические затворы.
 - 16) Импульсная инверсия населенностей в двухуровневой среде.
 - 17) Спектроскопия атомных и молекулярных пучков.
 - 18) Резонансы насыщенного поглощения.
 - 19) Метод разнесенных оптически полей.
 - 20) Двухфотонная лазерная спектроскопия.
 - 21) Резонансы поглощения и испускания холодных частиц, захваченных в ловушках.
 - 22) Лазерная спектроскопия спонтанного и вынужденного комбинационного рассеяния.
 - 23) Спектроскопическая идентификация частиц по характеристикам квантовых траекторий интенсивности одночастичной фотолюминесценции.

Педагогический работник  (подпись) Е.Ф. Мартынович

Заведующий кафедрой  (подпись) А.А. Гаврилюк

«26» марта 2025 г.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материала.

Оценка «хорошо» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе; умении оперировать специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материал. Но в ответе имеются негрубые ошибки или неточности, делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «удовлетворительно» ставится при схематичном неполном ответе, неумении оперировать специальными терминами или их незнании, ответе с одной грубой ошибкой.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками, неумении оперировать специальной терминологией.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет**

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Тест №1 (пример)

Тестовое комплексное задание для контроля знаний по дисциплине **Б1.В.ДВ.02.01**

Лазерная спектроскопия

Инструкция:

Прежде чем приступить к выполнению тестового задания, внимательно прочитайте вопросы. Если Вы затрудняетесь ответить на вопрос, переходите к следующему, но не забудьте вернуться к пропущенному заданию.

Время выполнения теста – 45 мин.

Каждый правильный ответ на вопрос блока А оценивается в 1 балл;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Б и В – 1,5 балла;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Г и Д – 2 балла.

БЛОК А.

Выберите один правильный ответ и обведите его кружком:

Какое из утверждений о лазерной спектроскопии верно?

- a) Лазерная спектроскопия использует обычные источники света для анализа спектров.
- b) Лазерная спектроскопия не может применяться для анализа газов.
- c) Лазерная спектроскопия основана на использовании монохроматического света.
- d) Лазерная спектроскопия не имеет применения в медицине.

Ответ: c) Лазерная спектроскопия основана на использовании монохроматического света.

Какой принцип лежит в основе работы лазера в спектроскопии?

- a) Стимулированное испускание света.
- b) Излучение фотонов в случайном порядке.
- c) Генерация фононов.
- d) Рассеяние света на поверхности.

Ответ: a) Стимулированное испускание света.

Какая область спектра чаще всего используется в лазерной спектроскопии?

- a) Ультрафиолетовая.
- b) Инфракрасная.
- c) Терагерцовая.
- d) Рентгеновская.

Ответ: b) Инфракрасная.

Как называется явление, при котором атомы или молекулы поглощают свет определенных длин волн?

- a) Фотоионизация.
- b) Фотодиссоциация.
- c) Фотоэлектрический эффект.
- d) Абсорбция.

Ответ: d) Абсорбция.

Какие типы лазеров имеют наибольший КПД?

- a) Твердотельные и газовые.
- b) Полупроводниковые лазеры.
- c) Лазеры на кристаллах и лазеры на жидкостях.
- d) Импульсные и непрерывные.

Ответ: б) Полупроводниковые лазеры.

Какие из перечисленных методов являются методами лазерной спектроскопии?

- a) ИК-спектроскопия.
- b) Терагерцовая спектроскопия.
- c) УФ-спектроскопия.
- d) Все перечисленные.

Ответ: d) Все перечисленные.

Для чего используется метод комбинационного (рамановского) рассеяния в лазерной спектроскопии?

- a) Для изучения колебательного спектра молекул и кристаллов.
- b) Для измерения плотности материала.
- c) Для анализа магнитных свойств.
- d) Для измерения температуры образца.

Ответ: a) Для изучения колебательного спектра молекул и кристаллов

Что такое спектральная линия в контексте лазерной спектроскопии?

- a) Линия на спектре, соответствующая конкретному элементу или молекуле.
- b) Линия, по которой движется лазерный луч.
- c) Линия на графике зависимости интенсивности от расстояния, пройденного в среде.
- d) Линия на графике зависимости интенсивности от времени.

Ответ: a) Линия на спектре, соответствующая конкретному элементу или молекуле.

Как называется метод, использующий сдвиг частоты рассеянного света скорости?

- a) Метод Фурье-спектроскопии.
- b) Метод Лэмба-двойного расщепления.
- c) Метод Рамана.
- d) Метод Лазерной флуоресценции.

Ответ: c) Метод доплеровской спектроскопии.

Какие из перечисленных эффектов характерны для лазерной спектроскопии?

- a) Эффект Зеемана.
- b) Эффект фотоэлектрического рассеяния.
- c) Эффект Фарадея.
- d) Эффект Пельтье.

Ответ: a) Эффект Зеемана.

Какие характеристики спектра могут быть получены с использованием лазерной спектроскопии?

- a) Интенсивность и цветность.
- b) Длина волны и интенсивность.
- c) Коэффициент поглощения.
- d) Поляризация и дисперсия.

Ответ: b) Все названные.

Как называется явление, когда лазерный луч проходит через среду и часть его энергии поглощается?

- a) Преломление.
- b) Дисперсия.
- c) Рассеяние.
- d) Абсорбция.

Ответ: d) Абсорбция.

Какие обязательные элементы включает в себя лазерный спектрометр?

- a) Источник света и детектор.
- b) Линзы и зеркала.
- c) Кювету.
- d) Поляризатор.

Ответ: a) Источник света и детектор.

Что такое оптический резонатор в лазере?

- a) Среда, в которой происходит усиление света.
- b) Устройство для фокусировки лазерного луча.
- c) Система зеркал, отражающих свет обратно.
- d) Лазерный модуль, содержащий источник питания.

Ответ: c) Система зеркал, отражающих свет обратно.

Какое измерение может быть осуществлено с использованием метода Фурье-спектроскопии?

- a) Измерение интенсивности света.
- b) Измерение фазового сдвига.
- c) Измерение спектра.
- d) Измерение скорости распространения света.

Ответ: c) Измерение спектра.

Как называется процесс разложения света на составляющие его цвета?

- a) Дифракция.
- b) Дисперсия.
- c) Диссипация.
- d) Диссонанс.

Ответ: b) Дисперсия.

Какие типы лазерной спектроскопии используются для исследования атомов и молекул?

- a) Лазерная фотоэмиссия и лазерная абляция.
- b) Лазерный индуцированный расщепленный спектр (LIF) и метод Фурье-спектроскопии.
- c) Лазерная абсорбция и метод Рамана.
- d) Лазерная флуоресценция и лазерная абсорбция.

Ответ: d) Лазерная флуоресценция и лазерная абсорбция.

Какие преимущества имеет использование лазерной спектроскопии в сравнении с другими методами?

- a) Высокое спектральное разрешение.
- b) Низкая стоимость оборудования и простота использования.
- c) Малые размеры оборудования.
- d) Малое энергопотребление и долгий срок службы.

Ответ: a) Высокое спектральное разрешение.

Какие методы обработки данных чаще всего используются в лазерной спектроскопии?

- a) Фильтрация и деконволюция.
- b) Дифференцирование и интегрирование.
- c) Матричные вычисления и аппроксимация.
- d) Кластерный анализ и генетические алгоритмы.

Ответ: a) Фильтрация и деконволюция.

Как называется процесс использования лазера для охлаждения атомов или молекул до очень низких температур?

- a) Лазерное охлаждение.
- b) Лазерная абсорбция.
- c) Лазерная абляция.
- d) Лазерная флуоресценция.

Ответ: a) Лазерное охлаждение.

Какие приборы могут быть использованы в качестве детекторов в лазерной спектроскопии?

- a) Фотоумножители и фотодиоды.
- b) Кристаллы и микроскопы.
- c) Линзы и зеркала.
- d) Кюветы и поляризаторы.

Ответ: a) Фотоумножители и фотодиоды.

Какие методы обработки оптических сигналов часто используются в лазерной спектроскопии?

- a) Амплитудная и частотная модуляция.
- b) Фазовая и амплитудная демодуляция.
- c) Квантовая криптография и оптический интерферометр.
- d) Дифракционная оптика и голография.

Ответ: b) Фазовая и амплитудная демодуляция.

Какие виды молекул чаще всего исследуются с использованием лазерной спектроскопии в медицине?

- a) Протеины и липиды.
- b) ДНК и РНК.
- c) Гормоны и ферменты.
- d) Витамины и минералы.

Ответ: a) Протеины и липиды.

Какие методы лазерной спектроскопии широко используются в анализе окружающей среды?

- a) Лазерная абсорбция и лазерная флуоресценция.
- b) Лазерное охлаждение и лазерная абляция.
- c) Лазерная индуцированная плазма и рамановское рассеяние.
- d) Лазерное сверление и лазерная маркировка.

Ответ: a) Лазерная абсорбция и лазерная флуоресценция.

Какие параметры образца могут быть измерены с использованием метода Фурье-спектроскопии?

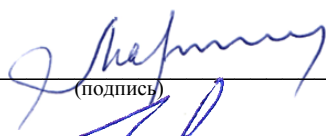
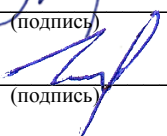
- a) Толщина и плотность.
- b) Скорость и ускорение.
- c) Спектры люминесценции и поглощения.
- d) Диэлектрическая проницаемость и показатель преломления.

Ответ: c) Спектры люминесценции и поглощения.

Можно ли инвертировать населённости двухуровневой квантовой среды под действием резонансного оптического излучения?

- a) Можно, только в непрерывном режиме накачки.
- b) Можно, только в импульсном режиме накачки.
- c) Можно, при одновременном подогреве среды.
- d) Инвертировать нельзя, можно только достичь равенства населённостей при высокой мощности накачки.

Ответ b) Можно, только в импульсном режиме накачки.

Педагогический работник  (подпись) Е.Ф. Мартынович
Заведующий кафедрой  (подпись) А.А. Гаврилюк

«26» марта 2025 г.