

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан физического факультета  
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

**Спектроскопия комбинационного рассеяния**

по направлению подготовки

**03.04.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:  
**«Фундаментальная и прикладная физика»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
О.Н. Чайковская

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 – Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1 Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости

ИПК-1.2 Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля.

- посещаемость;
- контрольный опрос.

Примеры контрольных вопросов:

1. Каковы основные положения классической теории возникновения спектров КР?
2. Объяснить почему разница между длиной волны рэлеевского рассеяния и длиной волны линии КР соответствующей переходу  $n \rightarrow k$  в стоксовой области не равна разнице между длиной волны рэлеевского рассеяния и длиной волны линии КР соответствующей переходу  $k \rightarrow n$  в антистоксовой области.
3. Назвать формулу описывающую распределение Больцмана для заселенности уровней.
4. Какие вещества невозможно контролировать с помощью спектроскопии КР?
5. Какова зависимость сечения рассеяния от длины волны возбуждающего излучения?
6. Как осуществить количественный анализ вещества с помощью спектроскопии КР?
7. Как влияет температура охлаждения фотодетектора на отношение сигнал/шум в регистрируемых спектрах?
8. Как влияет ширина линии излучения лазера на разрешение регистрируемых спектров КР?

Критерии оценивания:

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости, результаты участия в работе на занятиях, и фиксируется в форме баллов:

- посещаемость (максимальное количество баллов за семестр 10 при 100% посещаемости),
- работа на занятиях (максимальное количество баллов за семестр 10 при 100% правильных ответов на текущие вопросы преподавателя).

### 3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

**Зачет** проводится в виде тестирования.

Билет содержит пять вопросов, проверяющие компетенцию ПК 1 в соответствии с индикаторами достижения компетенций ИПК 1.1, ИПК 1.2. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень вопросов.

1. Увеличение давления анализируемой пробы приведет к ...

- а) увеличению интенсивности сигналов КР
- б) уменьшению интенсивности сигналов КР
- в) будут наблюдаться изменения спектральных характеристик линий (сдвиг и полуширина) без изменения их интенсивности

2. Молекула X имеет полосу поглощения в области 5 мкм. Определить на какой длине волны данная полоса проявится в стоксовой части спектра КР, возбуждаемого лазером с длиной волны 400 нм.

- а) 4600 нм
- б) 5400 нм
- в) 405 нм
- г) 395 нм
- д) 435 нм
- е) 370 нм

3. Молекула X имеет полосу поглощения в области 5 мкм. Определить на какой длине волны данная полоса проявится в антистоксовой части спектра КР, возбуждаемого лазером с длиной волны 400 нм.

- а) 4600 нм
- б) 5400 нм
- в) 405 нм
- г) 395 нм
- д) 435 нм
- е) 370 нм

4. При регистрации спектра КР молекулы X, возбуждаемого лазером с длиной волны 500 нм, на длине волны 625 нм наблюдалась полоса. Определить длину волны на которой данная полоса может быть зарегистрирована с помощью абсорбционной спектроскопии.

- а) 2500 нм; б) 125 нм; в) 1125 нм; г) 8000 нм

5. Вы зарегистрировали спектр КР жидкости при комнатной температуре. Для увеличения интенсивностей в антистоксовой части нужно ...

- а) увеличить температуру
- б) уменьшить температуру
- в) температура, в отличие от длины волны лазера, не влияет на интенсивности линий

6. Вы зарегистрировали спектр КР жидкости при комнатной температуре. Для увеличения интенсивностей в стоксовой части нужно ...

- а) увеличить температуру
- б) уменьшить температуру
- в) температура, в отличие от длины волны лазера, не влияет на интенсивности линий.

7. Выберите длину волны лазера при которой сечение рассеяния молекулы будет наибольшим.

- а) 450 нм,
- б) 532 нм,
- в) 785 нм,
- г) 1.06 мкм,
- д) длина волны практически не влияет на это.

8. Выберите длину волны лазера при которой вероятность наблюдения флуоресценции будет наибольшей

- а) 532 нм,
- б) 450 нм,
- в) 785 нм,
- г) 1.06 мкм,
- д) длина волны практически не влияет на это.

Ключи: 1-а, 2-д, 3-е, 4-а, 5-а, 6-б, 7-а, 8-б.

Критерии оценивания.

За каждый правильный ответ в билете студент получает 16 баллов. Для получения оценки «зачтено» необходимо набрать суммарно с учетом посещаемости и работы на занятиях более 60 баллов.

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

1. Объяснить почему линии в стоксовой области имеют более высокую интенсивность, чем в антистоксовой.

Ответ: заселенность энергетических уровней для линий в стоксовой области выше

2. Какова зависимость интенсивности линий КР от экспериментальных параметров?

Ответ: интенсивности линий КР прямопропорционально зависят от интенсивности возбуждающего лазерного излучения, угла сбора рассеянного излучения и величины рассеивающего объема.

3. Как осуществить качественный анализ вещества с помощью спектроскопии КР?  
Ответ: Зарегистрировать спектр КР анализируемого вещества, определить частоты наблюдаемых колебательных полос (если разрешение спектрометра низкое) или отдельных линий (если разрешение спектрометра высокое), провести сопоставление с табличными значениями или базами данных.
4. Назвать основные компоненты КР-спектрометра.  
Ответ: лазер, оптика для сбора рассеянного излучения, спектральный прибор, фотодетектор, устройство для визуализации результатов.
5. В чем преимущество 90-градусной геометрии сбора рассеянного излучения перед 180-градусной геометрией.  
Ответ: данная геометрия позволяет собрать больше рассеянного излучения, а также позволяет минимизировать фоновое излучение.
6. В чем преимущество поляризационных измерений спектров КР?  
Ответ: метод позволяет определить какие колебания являются полно-симметричными.
7. Назовите методы борьбы с флуоресценцией образцов.  
Ответ: очистка образца от примесей, которые могут флуоресцировать, использование возбуждающего лазерного излучения с большей длиной волны.

#### **Информация о разработчиках**

Петров Дмитрий Витальевич, кандидат технических наук, доцент, доцент физического факультета ТГУ.