

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

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана химического факультета  
А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

**Методы исследования многокомпонентных систем  
Модуль 1. ИК-спектроскопия**

по специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация:

**Фундаментальная и прикладная химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП  
В.В. Шелковников

Председатель УМК  
В.В. Шелковников

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

РОПК 1.1 Умеет разрабатывать стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- индивидуальные задания;
- отчеты по лабораторным работам.

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПП
1	Тема 1. Введение. Основы инфракрасной спектроскопии	Тестирование	РООПК 2.2.
2	Тема 2. ИК спектрометры	Отчет по лабораторной работе	РООПК 2.3. РОПК 1.2. РООПК 1.3
3	Тема 3. ИК спектры: качественный и количественный анализ	Отчет по лабораторной работе	РООПК 1.1. РООПК 1.2. РООПК 1.3. РООПК 2.3.

			РОПК 1.1. РОПК 1.2.
4	Тема 4. Некоторые области применения ИК спектроскопии	Индивидуальное задание	РООПК 1.3. РОПК 1.2. РОПК 1.1

### Тестирование (РООПК-2.2.)

Примеры вопросов теста:

Вопрос 1. Выберите вариант ответа, в котором области спектра электромагнитных колебаний приведены в порядке уменьшения длины волны и увеличения энергии:

- 1) микроволны, инфракрасное излучение, радиоволны, видимые лучи, ультрафиолетовое излучение,  $\gamma$ -излучение, рентгеновское излучение;
- 2)  $\gamma$ -излучение, рентгеновское излучение, ультрафиолетовое излучение, видимые лучи, инфракрасное излучение, микроволны, радиоволны;
- 3) радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение, видимые лучи, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение,  $\gamma$ -излучение;
- 4) инфракрасное излучение, микроволны, радиоволны, видимые лучи, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение,  $\gamma$ -излучение.

Вопрос 2. Укажите, чем обусловлена активность колебаний в ИК-спектрах:

- а) ионизацией вещества;
- б) изменением поляризуемости молекул;
- в) изменением дипольного момента;
- г) абсорбционными явлениями.

Вопрос 3. Дайте определение валентным колебаниям молекул

- 1) колебания, приводящие к изменению длины связи между атомами, валентные углы меняются незначительно;
- 2) колебания, приводящие к изменению валентного угла, образованного связями у общего атома, и незначительному изменению их длин.

Вопрос 4. Укажите число колебательных степеней свободы у молекул бензола:

- а) 6;
- б) 30;
- в) 36;
- г) 102.

Вопрос 5. Укажите колебания, которые относятся к плоскостным деформационным колебаниям

- а) симметричные;
- б) асимметричные;
- в) ножничные;
- г) маятниковые;
- д) крутильные.

Критерии оценивания:

- студент дает правильный ответ на 50 % и более вопросов теста – зачтено;
- студент дает правильный ответ на менее чем 50 % вопросов теста – не зачтено.

### Отчет по лабораторным работам (РООПК 1.1, РООПК 1.2, РООПК 1.3, РООПК 2.3, РОПК 1.1., РОПК 1.2)

План написания отчета:

- дата;
- название лабораторной работы;
- цель;
- приборы и реактивы;
- теоретическая часть;

- расчетная часть;
- практическая часть;
- выводы.

Критерий оценивания отчетов:

- отчет соответствует требованиям, в теоретической части отражен теоретический материал по тематике работы; в экспериментальной части представлены расчеты, результаты и анализ результатов, сделан вывод по результатам работы, который соответствует поставленной цели – зачтено.
- отчет не соответствует требованиям, в теоретической части теоретический материал отражен не по тематике работы; в экспериментальной части представлены некоторые расчеты, результаты, не проведен анализ результатов, сделан вывод по результатам работы, который не соответствует поставленной цели – не зачтено

### **Индивидуальное задание (РООПК 1.3, РОПК 1.2, РОПК 1.1)**

Примеры индивидуального задания

1. Вариант 1. Провести анализ ИК спектров неорганических солей  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CdSO}_4$ : провести отнесение полос в спектре типам колебаний, отвечающим данным полосам. По характеру расщепления полос вырожденных колебаний, сделайте вывод об искажении симметрии тетраэдрических ионов, определить точечную группу симметрии искаженного тетраэдра для каждого из соединений.

2. Вариант 2. Провести анализ ИК спектров неорганических солей  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ : провести отнесение полос в спектре типам колебаний, отвечающим данным полосам. По характеру расщепления полос вырожденных колебаний, сделайте вывод об искажении симметрии тетраэдрических ионов, определить точечную группу симметрии искаженного тетраэдра для каждого из соединений.

Критерий оценивания:

- индивидуальное задание выполнено согласно требованиям, все задания выполнены в полном объеме, проведен анализ результатов и сделаны выводы, соответствующие цели задания – зачтено.
- индивидуальное задание выполнено не по требованиям, выполнен менее 50 % заданий, анализ результатов не проведен – не зачтено.

Оценочные материалы в полном объеме содержатся на странице электронного курса в системе Moodle <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=21490>

### **3. Оценочные материалы промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, проверяющих знания, полученные по ОПК-1 (РООПК 1.3) и ОПК-2 (РООПК 2.2). Продолжительность экзамена 1 час. Продолжительность подготовки ответа по билету составляет 40 минут, ответ – 20 минут.

Примеры экзаменационных билетов

Билет №1.

Вопрос 1. Основы метода ИК спектроскопии. Вращательные и колебательные спектры. Скелетные и групповые частоты.

Вопрос 2. Особенности метода подготовки проб жидких и твердых вещества для ИК спектроскопии.

Билет №2

Вопрос 1. Основные положения о симметрии нормальных колебаний и правила отбора колебаний в ИК спектроскопии;

## Вопрос 2. Типы приборов: диспергирующие и недиспергирующие ИК спектрометры. Принципы устройства и действия ИК-Фурье спектрометров

К экзамену допускаются студенты, выполнившие лабораторный практикум в полном объеме и не имеющие задолженности по работам, предусмотренным текущим контролем в курсе.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответов:

- «отлично» – студент демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры;
- «хорошо» – студент демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя;
- «удовлетворительно» – демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов;
- «неудовлетворительно» – демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры, не способен правильно выполнить задание.

### **Информация о разработчиках**

Автор программы: Халипова Ольга Сергеевна, канд. техн. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Рецензент: Селюнина Лилия Александровна, канд. хим. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент