

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

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана

А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

Спектроскопические методы анализа

по направлению подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль) подготовки:

**Химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

## **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.

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК 1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ИОПК 1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ИОПК 2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИПК 1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.

ИПК 1.4 Готовит объекты исследования.

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

### **2.1 Содержание оценочных средств**

Элементы текущего контроля:

- устный опрос;
- тестирование;
- отчёты по лабораторным работам.

*Примеры вопросов для устного опроса (ИОПК 1.1., ИОПК 1.2.):*

1. Поясните термины: энергетические уровни, основное (нормальное) состояние, возбужденное состояние, поглощение, испускание, фотон, длина волны, частота, спектральная линия, интенсивность спектральной линии, спектр поглощения, спектр испускания?
2. Какие горючие смеси используют для определения щелочных и щелочноземельных элементов методом эмиссионной фотометрии пламени?
3. Перечислите наиболее важные параметры электромагнитного излучения.
4. Охарактеризуйте все виды процессов, протекающих в плазме дугового разряда, и факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий.
5. Теоретические основы метода спектрофотометрии.
6. Укажите, по каким признакам можно классифицировать спектры. Укажите три основные характеристики спектральной линии.
7. Выбор оптимальных условий фотометрического определения.
8. Какие факторы влияют на степень атомизации вещества в пламени?

9. По каким принципам можно классифицировать спектроскопические методы? Каков характер физических процессов в атомах и молекулах в зависимости от энергии электромагнитного излучения?
10. Оптическая схема кварцевого спектрометра и принцип его работы.
11. Спектрофотометрия. Выбор оптимальных условий фотометрического определения. Возможна ли нелинейная зависимость поглощения от концентрации в атомно-абсорбционном анализе?
12. Приведите зависимость интенсивности атомно-эмиссионной спектральной линии от концентрации (уравнение Ломакина—Шайбе) и укажите смысл входящих в него параметров.
13. От каких параметров зависит интенсивность спектральной линии в методе атомной спектрометрии?
14. Пламенный и электротермический способ атомизации в атомно-абсорбционной спектроскопии?
15. Объясните происхождение спектров испускания (эмиссионные) и поглощения (абсорбционные) атомов, молекул, ионов с позиций квантовой теории.

*Примеры вопросов для тестов (ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИПК 1.3, ИПК 1.4)*

**Вопрос №1** Способы повышения чувствительности атомно-абсорбционного анализа:

1. Снижение сигнала контрольного опыта.
2. Предварительное концентрирование.
3. Уменьшение степени атомизации.
4. Применение электротермического атомизатора.

**Вопрос №2** Потенциал ионизации – это энергия...

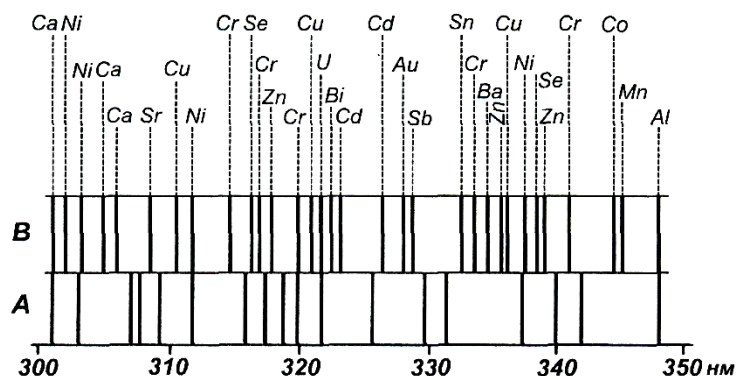
1. ... необходимая для испускания кванта света определенной частоты.
2. ... возбуждения, вызванная соударением атома и иона.
3. ... возбуждения, вызванная соударением атома и электрона.
4. ... необходимая для отрыва электрона от атома.

**Вопрос №3** Не стесненный в средствах завод по производству специальных стекол и эмалей планирует приобрести прибор для контроля содержания различных элементов во входящем сырье. Выберите из нижеперечисленных наиболее рациональный принцип работы такого прибора.

1. Фотометрия пламени
2. Дуговой атомно-эмиссионной анализ
3. Атомно-эмиссионной анализ с индуктивно-связанной плазмой
4. Атомно-абсорбционная спектроскопия

**Вопрос №4** На рисунке представлен упрощенный (все линии одинаковой толщины) фрагмент (300-350 нм) спектра железа А), а также фрагменты спектров элементов В). Из следующих утверждений отметьте истинное:

1. Для определения хрома в сталях удобно использовать линии 315, 317 и 334 нм
2. Для определения следов цинка в медных рудах удобна линия 336 нм
3. Для количественного определения меди в сталях интенсивность ее линии 311 нм удобно сравнивать с интенсивностью линии железа 330 нм



**Вопрос №5.** Перед технологом стоит задача контроля содержания легирующих элементов (ванадий, молибден и вольфрам) в образцах выплавляемой стали. Выберите наиболее рациональный метод.

1. Атомно-эмиссионной анализ с использованием дуги
2. Атомно-эмиссионной анализ с использованием искры
3. Фотометрия пламени
4. Атомно-абсорбционная спектроскопия

**Вопрос №6.** Найденная по градуировочному графику методом атомно-абсорбционной спектроскопии концентрация меди в растворе равна  $2,5 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>. Масса меди (мг) в 100 см<sup>3</sup> раствора составляет:

1.  $1,6 \cdot 10^{-3}$ .
2. 1,6.
3. 160
4.  $265 \cdot 10^{-3}$ .

**Вопрос №7.** Окрашенный раствор поместили в кювету с толщиной 1 см,  $\epsilon = 10^4$ . Какова оптическая плотность раствора с концентрацией  $10^{-4}$  моль/л?

1. 100	3. 0,01
2. 0,1	4. 1,0

**Вопрос №8.** Излучение с длиной волны  $6 \cdot 10^{-5}$  см относится к

1. Видимой области спектра	3. К ИК-области спектра
2. К УФ-области спектра	4. К МВ-излучению

**Вопрос №9.** Уменьшение интенсивности резонансного излучения в условиях атомно-абсорбционной спектроскопии подчиняется:

- 1) закону Больцмана
- 2) экспоненциальному закону убывания интенсивности в зависимости от длины слоя и концентрации вещества
- 3) закону Бугера — Ламберта — Бера
- 4) закону Вавилова

## 2.2 Методические рекомендации

### 2.2.1 Порядок проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется на протяжении периода обучения по дисциплине в рамках организации и проведения лекционных занятий, лабораторных работ, самостоятельной работы студентов путём контроля выполнения теоретических и расчётных домашних заданий, по лекционному материалу и основным расчётам в спектроскопии.

## 2.2.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

Тест (40 баллов)

36–40 баллов – «отлично»

30–35 баллов – «хорошо»

24–29 баллов – «удовлетворительно»

<24 баллов – «неудовлетворительно»

## 3. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

### 3.1 Порядок проведения экзамена

Экзамен проводится в 8 семестре в устной форме обсуждения заданий экзаменационного билета. Экзаменационный билет включает четыре задания. Структура экзаменационного билета соответствует компетентностной структуре дисциплины. Время подготовки 1,5 часа.

Два задания теоретического характера носят проблемный характер и предполагают синтетические ответы в развернутой форме, проверяющие ИОПК 1.1, ИОПК 1.2

Третье задание направлено на оценку сформированности ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИПК 1.3. и предполагает знание методов спектрального анализа и умение обоснованного выбора необходимого варианта для решения поставленной практической задачи.

Четвертое задание – практическая задание по выбору спектральных методов для решения поставленных задач по спектральному анализу реальных объектов. Выполнение данного задания предполагает проверку компетенции ИПК 1.3. Приводится анализ решения поставленных задач и краткая интерпретация полученных результатов.

Примеры экзаменационных билетов

#### Экзаменационный билет № 1

1. Атомно-эмиссионный анализ с индукционно-связанной плазмой.
2. Принципиальная схема и принцип работы кварцевого спектрографов в атомно-эмиссионной спектроскопии.
3. Как изменяется энергия возбуждения атомов по группам сверху вниз. (привести пример для любой группы).
4. Физико-химические характеристики окрашенных соединений (прочность, постоянство состава). Какие факторы влияют на фотометрическое определение? Ответы пояснить примерами
5. Определение массовой концентрации общего содержания железа в сточных водах методом спектрофотометрии с сульфосалициловой кислотой.

#### Экзаменационный билет № 2

1. Возбуждение спектра и интенсивность спектральных линий в атомно-эмиссионной дуговой спектроскопии. Факторы оказывающие влияние на интенсивность излучения (E, T, C).
2. Принципиальная схема и принцип работы спектрометра «Грант».
3. Особенности пробоподготовки и проведения спектрального анализа растений и почв, а также возможная интерпретация получаемых результатов для этих объектов.
4. На чем основаны методы молекулярной абсорбционной спектроскопии? Чем отличается спектрофотометрический метод от фотоколориметрического? Чем описывается и с чем связана избирательность взаимодействие светового излучения

с молекулами различных соединений? Достоинства, недостатки и возможности метода молекулярной абсорбционной спектроскопии.

5. Определение железа (III) с тиоцианатом калия методом спектрофотометрии.

### 3.2. Критерии оценивания

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка за выполнение заданий имеет удельный вес в зависимости от его сложности и трудоёмкости и выражается в баллах. Максимальное количество баллов за 4 задания – 40.

Ниже приводится шкала перевода суммы баллов за текущий контроль и экзамен в оценки:

Количество баллов	Уровень сформированности компетенций	Оценка
36–40 баллов	Компетенции сформированы полностью	отлично
30 – 35 баллов	Компетенции сформированы частично	хорошо
24 – 29 баллов	Компетенции сформированы фрагментарно	удовлетворит.
Менее 24 баллов	Компетенции не сформированы, рекомендуется повторное освоение дисциплины	не удовлетворит.

### Информация о разработчиках

Отмахов Владимир Ильич, докт. хим. наук, профессор, кафедра аналитической химии химического факультета ТГУ, профессор

Саранчина Надежда Васильевна, канд. хим. наук, кафедра аналитической химии химического факультета ТГУ, доцент.