

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

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана ХФ

А.С. Князев

08 20 22 г.

Фонд оценочных средств

**Спектроскопические методы анализа**

по специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация:

**«Фундаментальная и прикладная химия»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.1.ДВ.01.01.03

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

Томск – 2022

## 1 Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Дисциплина	Спектроскопические методы анализа
Семестр обучения	8
Общий объем дисциплины, ЗЕ	5
Формы текущего контроля	устный опрос/ отчет по лабораторной работе /коллоквиум
Форма промежуточной аттестации	экзамен

Оценивание результатов учебной деятельности обучающихся при изучении дисциплины осуществляется по текущему контролю и промежуточной аттестации

## 2 Перечень формируемых компетенций и уровни их освоения

Изучение дисциплины «Хроматографические методы» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и содержание компетенций по СУОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.	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.	<i>Допороговый уровень</i>	Не способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, формулировать заключения и выводы.
		<i>Пороговый уровень</i> <i>Достаточный уровень</i>	Способен анализировать и предложить интерпретацию результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, но затрудняется формулировать заключения и выводы.
		<i>Достаточный уровень</i>	Способен анализировать и интерпретировать результаты собственных химических экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии, но затрудняется самостоятельно

	ИОПК 1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.		формулировать заключения и выводы.
		<i>Продвинутый уровень</i>	Способен анализировать и интерпретировать результаты собственных химических экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии, самостоятельно формулировать заключения и выводы.
ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.	ИОПК 2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.  ОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.  ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	<i>Допороговый уровень</i>	Не способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.
		<i>Пороговый уровень</i>	Способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности, но в ряде случаев допускает ошибки.
		<i>Достаточный уровень</i>	Способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности, в редких случаях допускает ошибки.
		<i>Продвинутый уровень</i>	Способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности, практически не допускает ошибок.
ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения	ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные	<i>Допороговый уровень</i>	Не способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач, готовить объекты исследования.

исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	планы отдельных стадий.  ИПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.	<i>Пороговый уровень</i>	Затрудняется самостоятельно выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач, готовить объекты исследования.
		<i>Достаточный уровень</i>	Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач, но требуется консультация преподавателя, готовить объекты исследования.
		<i>Продвинутый уровень</i>	Способен самостоятельно выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач, готовить объекты исследования.

Уровни и шкала оценивания сформированности компетенций:

Допороговый уровень	Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне.
Пороговый уровень	Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне.
Достаточный уровень	Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне.
Подвинутый уровень	Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне.

## 2 Этапы формирования компетенций и оценочные средства (текущая аттестация)

### 2.1 Виды оценочных средств

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПП
1	Тема 1. Спектроскопические методы анализа, их классификация. Области применения. Электромагнитное излучение.	Устный опрос	ИОПК 1.3.
2	Тема 2. Оптимизация условий проведения атомно-эмиссионного спектрального анализа.	Устный опрос	ИОПК 1.1. ИОПК 1.2

3	Тема 3. Дуговая атомно-эмиссионная спектроскопия с многоканальным анализатором эмиссионных спектров.	Устный опрос/ отчет по лабораторной работе/коллоквиум	ИОПК 1.1. ИОПК 1.2
4	Тема 5. Эмиссионная фотометрия пламени. Атомно-абсорбционный метод анализа.	Устный опрос/ отчет по лабораторной работе	ИОПК 2.1. ИОПК 2.2 ИОПК 2.3
5	Тема 5. Методы масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Оптико-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-ОЭС).	Устный опрос	ИПК 1.1 ИПК 1.2
7	Тема 6. Молекулярная абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях	Устный опрос/ отчет по лабораторной работе	ИОПК 2.1. ИОПК 2.2 ИОПК 2.3

оценочные средства: устный опрос, тесты, отчет по лабораторной работе, индивидуальное задание, практико-ориентированное задание и др.

## 2.2 Содержание оценочных средств

*Примеры вопросов для устного опроса:*

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*

**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.

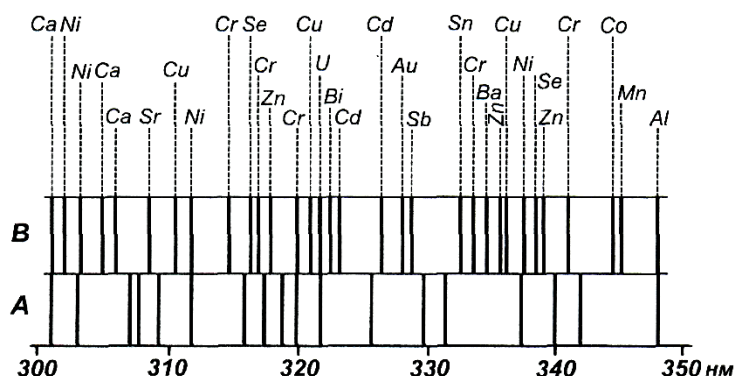
**Вопрос №3** Не стесненный в средствах завод по производству специальных стекол и эмалей планирует приобрести прибор для контроля содержания различных элементов во входящем сырье. Выберите из нижеперечисленных наиболее рациональный принцип работы такого прибора.

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

## 2.3 Методические рекомендации

### 2.3.1 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.

### 2.3.2 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 развёрнутой форме, проверяющие ИОПК-1.1 и ИОПК-1.2.

Третье задание направлено на оценку сформированности ИПК-1.2. 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 ИОПК-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 (Е, Т, С,).
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.

### 3.3. 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.

Отмахов Владимир Ильич, д-р. техн. наук, профессор, кафедра аналитической химии  
Национального исследовательского Томского государственного университета, профессор;

Наумова Людмила Борисовна, канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии  
Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент





## Билет 1

1. При изучении кинетики обмена ионов А и В на ионообменнике было установлено, что скорость процесса для иона А сильно зависит от радиуса зерна ионита, а для иона В – от скорости перемешивания раствора. Какие стадии могут лимитировать процесс? Какие условия ионного обмена и каким образом нужно изменить, чтобы повысить скорость данных процессов? (14 б.)
2. Приведите реакции, отражающие синтез анионообменника АВ-17-8. Каким методом осуществляют синтез? Какова структура данного ионообменника? (8 б.)
3. Методы определения полной обменной ёмкости ионообменников. Суть методов и методик. Какой метод является более точным? (8 б.)
4. Навеску  $\text{CaCO}_3$  ( $m=0,0250$  г) растворили в  $\text{HCl}$  и разбавили водой до 50 мл. К полученному раствору добавили 1 г сухого катионита в  $\text{H}^+$ - форме. После установления равновесия на титрование 25 мл раствора затратили 13,60 мл 0,001 М раствора комплексона III. Рассчитайте коэффициент распределения  $\text{Ca}^{2+}$ . (10 б.)

## Билет 2

1. Что такое ширина хроматографической полосы? Ее связь с условиями опыта (скорость фильтрации, структура ионита, избирательность) (10 б.).
2. Известно, что синтетические ионообменники получают реакциями поликонденсации или полимеризации. Какой из методов используют для получения катионита КУ-2-8? Укажите условия и соответствующие реакции получения этого катионита (12 б.).
3. Дайте определение набухаемости ионообменников? От каких факторов она зависит, на какие характеристики ионообменников влияет и как определяется? (6 б.)
4. При изучении влияния рН раствора на избирательность сорбции ионов  $\text{Eu}^{3+}$  катионообменником с  $pK_a = 5,8$  были получены коэффициенты распределения РЗЭ в статических условиях при значениях рН 3,0 и 4,5. Для этого 100 мг ионита заливали 10 мл раствора соли металла с концентрацией  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л. По достижении равновесия в растворе определяли концентрацию ионов  $\text{Eu}^{3+}$  спектрофотометрическим методом с Арсеназо III. Были получены следующие результаты: при рН 3  $[\text{Eu}^{3+}] = 3,8 \cdot 10^{-4}$  моль/л; при рН 4,5  $[\text{Eu}^{3+}] = 2 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Рассчитайте  $D_{\text{Eu}}$  и определите, при каком значении рН избирательность ионита к ионам  $\text{Eu}^{3+}$  выше и почему? (12 б.).

приводятся примерные вопросы, задания, тесты по каждому указанному средству для текущего контроля (5-10 вопросов), возможно, это примеры билетов или варианты индивидуальных заданий (2-3 билета или задания)

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в архивных материалах кафедры аналитической химии и в электронной образовательной среде пишем где

### 2.3 Методические рекомендации

#### 2.3.1 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, сдачи коллоквиума по лекционному материалу и основным расчётам в хроматографии.

#### 2.3.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

Коллоквиум (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 (это есть в РПД)**

#### **3.1 Порядок проведения экзамена**

Экзамен в 7 семестре проводится 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 развёрнутой форме, проверяющие ИОПК-1.1. и ИОПК-1.2.

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

Четвертое задание – расчётная задача. Выполнение данного задания предполагает проверку компетенции ИОПК-1.3. Приводится решение задачи и краткая интерпретация полученных результатов.

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.

Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (результат сдачи коллоквиума). Коллоквиум проводится по одному из вариантов жидкостной хроматографии (ионообменной), который исключается из вопросов экзамена. Студенту предложено 4 задания (3 задания теоретического характера и 1 расчётная задача). Максимальное количество баллов за 4 задания – 40.

#### **3.2 Примеры экзаменационных билетов (2-3 билета)**

*Пример экзаменационных билетов:*

##### *Билет № 1*

1. Основные закономерности атомно-абсорбционной спектроскопии.
2. Способы регистрации характеристического излучения, применяемые в оптических методах анализа.
3. Спектрометр «Гранд» (принципиальная схема, принципы работы)
4. Типы соединений, применяемых в фотометрии. Комплексные соединения с неорганическими и органическими лигандами. Правило циклов Чугаева. Привести примеры.
5. Провести сравнительную характеристику методов определения железа (III) с тиоциановом калия и сульфосалициловой кислотой.

##### *Билет № 2*

6. Возбуждение спектра и интенсивность спектральных линий в атомно-эмиссионной дуговой спектроскопии. Факторы оказывающие влияние на интенсивность излучения (E, T, C).
7. Принципиальная схема и принцип работы спектрометра «Грант».

8. Особенности пробоподготовки и проведения спектрального анализа растений и почв, а также возможная интерпретация получаемых результатов для этих объектов.
9. На чем основаны методы молекулярной абсорбционной спектроскопии? Чем отличается спектрофотометрический метод от фотоколориметрического? Чем описывается и с чем связана избирательность взаимодействия светового излучения с молекулами различных соединений? Достоинства, недостатки и возможности метода молекулярной абсорбционной спектроскопии.
10. Определение железа (III) с тиоцианатом калия методом спектрофотометрии.

### Билет № 3

1. Какие физические процессы лежат в основе методов оптической атомной спектрометрии?
2. Основные узлы и принцип работы атомно-абсорбционной установки.
3. Что такое коэффициент биологического поглощения. Как он рассчитывается и какую информацию можно получить при анализе полученных результатов.
4. Применение метода молекулярной абсорбционной спектроскопии для определения органических компонентов. Привести примеры и указать механизм образования азосоединений.
5. Определение константы кислотной диссоциации тимолового синего графическим и алгебраическим методами

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в архивных материалах кафедры аналитической химии и в электронной образовательной среде пишем где

### 3.3. Критерии оценивания

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

Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (результат сдачи коллоквиума). Коллоквиум проводится по одному из вариантов жидкостной хроматографии (ионообменной), который исключается из вопросов экзамена. В билете коллоквиума студенту предложено 4 задания (3 задания теоретического характера и 1 расчётная задача). Максимальное количество баллов за 4 задания – 40.

В билете экзамена тоже 4 задания (3 задания теоретического характера и 1 расчётная задача). Максимальное количество баллов за экзамен – 40.

Для окончательной оценки баллы суммируются, т.е. всего 80 баллов.

Соответствие баллов экзаменационной оценке:

72 – 80 баллов – «отлично» (90–100 %)

60 – 71 баллов – «хорошо» (75–89 %)

48 – 59 баллов – «удовлетворительно» (60–74 %)

Менее 48 баллов – «неудовлетворительно» (<60 %)

### 4 Оценочные средства для контроля остаточных знаний

**Это тестовые задания различного типа, в том числе с развернутым ответом (10-15 тестовых заданий). Тесты должны содержать материал, который студенты вспомнят через год после**

обучения. Делаем только по основным дисциплинам, по спецкурсам не нужно.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Отмахов В. И., Петрова Е. В., Киселева М. А. Спектроскопические методы анализа. Учебное пособие. Томск : РИО ТГУ. 2010. – 149 с.
- б) Отмахов В. И., Петрова Е. В., Отмахова З. И. Пламенно-фотометрический и атомно-абсорбционный методы анализа: Учебно-методическое пособие. – Томск : Изд-во ТГУ. 1998. – 63 с.
- в) Отмахов В. И., Петрова Е. В. Метод дуговой атомной спектрометрии с многоканальным анализатором эмиссионных спектров (Учебно-методическое пособие). Томск : РИО ТГУ. 2014. – 75 с.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- В. И. Васильева Спектральные методы анализа: практическое руководство / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина, С. И. Карпов. – СПб. –Лань, 2021. – 416 с.
- В. И. Струнин Атомная спектроскопия / В. И. Струнин, Н. Н. Струнина, Б. Т. Байсова. – Омск : РИО ОГУ 2013. – 104 с.
- З. Марченко Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе. – М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2014. – 711 с.

б) дополнительная литература:

- Пупышев А. А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. – М. : Техносфера, 2009. – 782 с.
- Другов Ю. С. Экспресс-анализ экологических проб / Ю. С. Другов, А. Г. Муравьев, А. А. Родин. – М. : БИНОМ. 2010. – 424 с.
- Жуков А. Ф. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа (электронный ресурс). – М. : МГУ, 2017. – 250 с.  
<http://sun.tsu.ru/limit/2016/000385853/000385853.djvu>
- Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов : практическое руководство / Другов Ю. С., Родин А. А. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 472 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/135483>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/135483.jpg>

в) ресурсы сети Интернет:

- [https://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/XRF.html](https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/XRF.html)
- <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000385853/000385853.djvu> онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Физические методы исследования»;
- <http://edu.tsu.ru/eor/resource/557/tpl/index.html> – онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Физические методы исследования»;
- <http://edu.tsu.ru/eor/resource/557/tpl/index.html> Физико-химические методы анализа. Учебно-методический комплекс (УМК).
- [http://www.vmk.ru/product/programmnoe\\_obespechenie/atom.html](http://www.vmk.ru/product/programmnoe_obespechenie/atom.html) Программное обеспечение атомно-эмиссионного спектрального анализа. Программа «Атом»

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –

<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Обучение по дисциплине «Спектроскопические методы анализа» осуществляется на базе:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации (аудитория № 311 6-го учебного корпуса ТГУ). В аудитории имеется интерактивная доска;

- лабораторная аудитория (№ 213, 6-го учебного корпуса ТГУ)

- спектральная лаборатория (№ 319, 6-го учебного корпуса ТГУ)

- лаборатория НИЛ МОС ТГУ (№ 419, 6-го учебного корпуса ТГУ)

Все лаборатории оснащены вытяжными шкафами, стеклянной и фарфоровой лабораторной посудой, измерительным инструментом (весы, термометры, рН-метры, УФ-спектрофотометр и т.д.). Кроме того, в лабораториях имеется нагревательное оборудование (электроплитки и термостатирующие шкафы), и другое оборудование.

**Учебный процесс** по дисциплине «Спектроскопические методы анализа» поддерживается самым современным оборудованием:

– атомно-эмиссионный спектрометр "Гранд" с многоканальным анализатором эмиссионных спектров в комплексе с полихроматором «Роуланда» и генератором «Везувий», Россия, НПО «Оптоэлектроника»

– дифракционный атомно-эмиссионный спектрометр ДФС-452, совмещенный с МАЭС;

– спектрофотометры «Evolution 600» USA, «Specol»; СФ-56

– атомно-абсорбционный спектрометр SOLAAR S2 Thermo Electron Corporation;

– аналитические весы АДВ-200.

### 15. Информация о разработчиках

Отмахов Владимир Ильич, д-р. техн. наук, профессор, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, профессор;

Наумова Людмила Борисовна, канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент