

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталия Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 08.09.2026 13:11:46  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»**  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет естественных наук  
Кафедра теоретической и прикладной химии

УТВЕРЖДЕН  
на заседании кафедры

Протокол от «27» 09 2025 г. № 8  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
/Васильев Н.В./

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**Теоретические основы инструментальных методов анализа**

**Направление подготовки**

04.04.01 Химия

**Программа подготовки:**

Инструментальный химический анализ и комплексное исследование веществ и материалов

Москва  
2025

## Содержание

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

| <b>Код и наименование компетенции</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>Этапы формирования компетенции</b>                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-1.</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа |

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| Оцениваемые компетенции | Уровень          | Этап формирования                                          | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Критерии оценивания                                    | Шкала оценивания                                                                                                      |
|-------------------------|------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1                   | Пороговый        | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа | <i>Знать:</i><br>1. Основные методы инструментального анализа.<br>2. Основные механизмы взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.<br>3. Теоретические основы хроматографии.<br><i>Уметь:</i><br>1. Оценивать возможности применения инструментальных методов анализа исходя из теоретических предпосылок.<br>2. Отбирать наиболее эффективные методы анализа в соответствии с решаемыми задачами. | Тест<br>Открытые вопросы<br>Решение ситуационных задач | Шкала оценивания теста<br>Шкала оценивания ответов на открытые вопросы<br>Шкала оценивания решения ситуационных задач |
|                         | Продвину-<br>тый | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа | <i>Знать:</i><br>1. Последние достижения в области теории и практики применения инструментальных методов анализа.<br>2. Теоретические основы, заложенные в современных методах инструментального анализа.<br><i>Уметь:</i>                                                                                                                                                                                      | Тест<br>Открытые вопросы<br>Решение ситуационных задач | Шкала оценивания теста<br>Шкала оценивания ответов на открытые вопросы<br>Шкала оценивания решения ситуационных задач |

| Оцениваемые компетенции | Уровень | Этап формирования | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|-------------------------|---------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|
|                         |         |                   | <p>1. Разрабатывать методические приёмы организации аналитического исследования с применением инструментальных методов.</p> <p>2. Организовывать деятельность персонала лабораторий по рациональному и технически грамотному использованию оборудования для проведения анализа.</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>1. Способами и приемами проведения анализа с применением инструментальных методов.</p> <p>2. Разработкой и реализацией собственных (авторских) методических приёмов при анализе с использованием современного аналитического оборудования.</p> |                     |                  |

### Описание шкал оценивания

#### Шкала оценивания теста

| Критерий                      | Количество баллов |
|-------------------------------|-------------------|
| 80-100% правильных ответов    | 20-15 баллов      |
| 70-79 % правильных ответов    | 14-10 баллов      |
| 50-69 % правильных ответов    | 9-5 баллов        |
| менее 50 % правильных ответов | 5-0 баллов        |

### Шкала оценивания решения ситуационных задач

| Критерий                      | Количество баллов |
|-------------------------------|-------------------|
| 80-100% правильных ответов    | 20-15 баллов      |
| 70-79 % правильных ответов    | 14-10 баллов      |
| 50-69 % правильных ответов    | 9-5 баллов        |
| менее 50 % правильных ответов | 5-0 баллов        |

### Шкала оценивания ответов на открытые вопросы

| Критерий                      | Количество баллов |
|-------------------------------|-------------------|
| 80-100% правильных ответов    | 20-15 баллов      |
| 70-79 % правильных ответов    | 14-10 баллов      |
| 50-69 % правильных ответов    | 9-5 баллов        |
| менее 50 % правильных ответов | 5-0 баллов        |

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### 1 семестр

#### Тест

1. Монохроматическая спектральная линия атома
  - 1) **соответствует одному переходу из возбужденного состояния**
  - 2) характеризует несколько переходов
  - 3) **имеет частоту, равную разности спектральных термов**
  - 4) не зависит от главного квантового числа атома.
2. Для атомно-эмиссионного анализа характера регистрация
  - 1) полосатых спектров элементов
  - 2) линейчатых спектров молекул
  - 3) непрерывных спектров элементов
  - 4) **линейчатых спектров атомов**
3. Хроматография это
  - 1). Дифракция пучка света
  - 2). Разделение ионов разной массы в электромагнитном поле
  - 3). **Разделение веществ, основанное на различиях перемещения концентрационных зон веществ в подвижной фазе вдоль неподвижной**
  - 4). Визуализация разделения ионов
4. Инструментальные методы анализа делятся на
  - 1). Простые и трудоемкие
  - 2). **Разрушающие и неразрушающие**
  - 3). «Мокрые» и паровоздушные
  - 4). Ротационные и плоскостные

5. Эмиссия квантов в УФ и видимом диапазонах называется
- 1). Флуоресценцией
  - 2). **Люминесценцией**
  - 3). Испусканием
  - 4). Возбуждением
6. К разрушающим методам физико-химического анализа относятся
- 1). ЯМР-спектроскопия
  - 2). ИК-спектрометрия
  - 3). **Масс-спектрометрия**
  - 4). Рентгеноструктурный анализ
7. NH-, NH<sub>2</sub>-, SH-группы проявляются в области ... ИК или КР-спектров
- 1). **2050-3300 см<sup>-1</sup> ИК КР**
  - 2). 1600-1700 см<sup>-1</sup> ИК КР
  - 3). 1700-2000 см<sup>-1</sup> ИК
  - 4). 2050-2350 см<sup>-1</sup> ИК
8. Рентгеноструктурное исследование основано на
- 1). **Дифракции рентгеновских лучей на кристалле изучаемого вещества**
  - 2). Интерференции электронов
  - 3). Поглощении электромагнитных волн в радиодиапазоне
  - 4). Поглощении и эмиссии рентгеновских лучей
9. ИК-спектроскопия определяется колебаниями
- 1). Молекул и супрамолекул
  - 2). Электронов
  - 3). Фотонов
  - 4). **Деформационными и валентными**
10. Кратные связи, обладающие симметрией относительно плоскости проявляются в
- 1). ЯМР-спектроскопии
  - 2). ИК-спектроскопии
  - 3). Масс-спектрометрии
  - 4). **КР-спектроскопии**

### Открытые вопросы

**1) Методы, основанные на использовании аналитических приборов для измерения физических свойств веществ, связанных с их качественным и количественным составом называются?**

Ответ: Методы, основанные на использовании аналитических приборов для измерения физических свойств веществ, связанных с их качественным и количественным составом называются инструментальные методы анализа

**2) Метод разделения смеси на компоненты, основанный на различной скорости движения веществ, распределяющихся между двумя фазами - подвижной и неподвижной называется**

Ответ: Метод разделения смеси на компоненты, основанный на различной скорости дви-

жения веществ, распределяющихся между двумя фазами - подвижной и неподвижной называется хроматография

**3) Величина физического свойства (интенсивности излучения, силы тока, электропроводности, разности потенциалов и др.), функционально связанная с концентрацией или массой определяемого компонента называется**

Ответ: Величина физического свойства, функционально связанная с концентрацией или массой определяемого компонента называется аналитический сигнал

**4) Какие приёмы используются почти во всех инструментальных методах анализа?**

Ответ: Приёмы, используемые почти во всех инструментальных методах анализа, называются методы прямых и косвенных измерений

**5) Что происходит с величиной электропроводности при кондуктометрическом титровании щелочи сильной кислотой после точки эквивалентности**

Ответ: С величиной электропроводности при кондуктометрическом титровании щелочи сильной кислотой после точки эквивалентности происходит увеличение

### Ситуационные задачи:

1. Потенциал возбуждения атома натрия 2,1 эВ. Вычислить длину волны резонансной линии атома натрия ( в нм).  $h$  – постоянная Планка равная  $4,1357 \cdot 10^{-15}$  эВ/с;  $c$  – скорость света равная  $2,9979 \cdot 10^8$  м/с или  $2,9979 \cdot 10^{17}$  нм/с.

Ответ: 589

2. Две навески стекла массой по 0,1000 г растворили в смеси  $H_2SO_4$  и HF. Полученные растворы выпарили досуха, остатки растворили в HCl (разб.), перенесли в мерные колбы емкостью 250,0 мл и разбавили до метки этим же раствором HCl, предварительно добавив в одну из колб стандартный раствор NaCl с содержанием 1,25 мг Na. Рассчитайте массовую долю (до сотых %) Na в стекле, если при пламенно-эмиссионном определении Na сигнал от пробы 35,0 условных единиц, а от пробы с добавкой – 56,5.

Ответ: 2.03

3. Определить молярный коэффициент поглощения окрашенного соединения железа, если известно, что оптическая плотность раствора при максимальном светопоглощении монохроматического излучения с толщиной слоя 5 см равна 0,75. Концентрация железа составляет 0,05 мг в 50 мл.

Ответ: 84000

4. Рассчитать наименьшую концентрацию молибдена (мкг/мл), которую можно определить фотометрическим методом, если известно, что молярный коэффициент поглощения  $\epsilon = 5 \cdot 10^4$ , а оптическая плотность раствора, измеряемая в кювете с толщиной светопоглощающего слоя 5 см равна 0,1.

Ответ: 0.038

5. Рассчитайте массовую долю йодида калия в растворе в %, если показатель преломления этого раствора равен 1,3462, а фактор показателя преломления  $F = 0,0013$ . Показатель преломления воды равен 1,3330.

Ответ: 10.15

## Тест

1. Ацетилены проявляются в области ИК или КР- спектров
  - 1). 2450-3300 см-1
  - 2). 1600-1700 см-1
  - 3). 1700-2000 см-1
  - 4). **2000-2250 см-1**
2. Нитрилы карбоновых кислот проявляются в области ИК или КР- спектров
  - 1). **2050-2300 см-1 ИК**
  - 2). 1600-1700 см-1 ИК
  - 3). 1700-2000 см-1 КР
  - 4). 2000-2950 см-1 ИК КР
3. Карбонильные группы проявляются в области ... ИК или КР-спектров
  - 1). 2050-3300 см-1 ИК
  - 2). 1600-1650 см-1 ИК
  - 3). 1700-2000 см-1 ИК
  - 4). **1700-2000 см-1 ИК КР**
4. Гидроксо - группы проявляются в области ИК или КР-спектров
  - 1). 2050-3300 см-1 ИК
  - 2). 1600-1700 см-1 ИК КР
  - 3). **2700-3300 см-1 ИК КР**
  - 4). 2000-2950 см-1 ИК КР
5. Масс-спектрометрия основана на
  - 1). Разделении хроматографических зон
  - 2). Прохождении электромагнитной волны через вещество
  - 3). **Разделении ионов разной массы в электромагнитном поле**
  - 4). Рассеянии света
6. Верны ли утверждения:  
А) Безизлучательный переход атома в основное состояние после возбуждения осуществляется при испускании фотонов или тепла;  
Б) спектр испускания возникает только после перехода атома в возбужденное состояние.  
1) оба неверны    2) оба верны    3) верно только А    4) **верно только Б**
7. Верны ли следующие утверждения об атомно-абсорбционном анализе:  
А) он основан на поглощении монохроматического электромагнитного излучения оптического диапазона;  
Б) не требует предварительного возбуждения атомов.  
1) оба неверны    2) **оба верны**    3) верно только А    4) верно только Б.

### *Задания на соответствие*

1. Установите соответствие между методом атомной спектроскопии и энергетическими переходами электронов

| Метод                               | Энергетические переходы              |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| А) Атомно-эмиссионная спектроскопия | 1) возбуждение ядер                  |
| Б) Оже-спектроскопия                | 2) возбуждение внутренних электронов |

Ответ: А-3, Б-2, В-1

### Открытые вопросы

**1) В вольтамперометрии регистрируют зависимость тока от потенциала. Какой параметр на вольтамперограмме прямо пропорционален концентрации определяемого вещества?**

Ответ: Параметр на вольтамперограмме прямо пропорционален концентрации определяемого вещества называется высота пика тока

**2) Как называется участок кривой, где ток перестаёт расти с увеличением потенциала?**

Ответ: Участок кривой, где ток перестаёт расти с увеличением потенциала называется предельным током

**3) В масс-спектрометрии для идентификации соединений используют отношение массы к заряду ( $m/z$ ). Что такое базовый пик?**

Ответ: Базовый пик - это самый интенсивный пик в спектре

**4) В атомно-эмиссионной спектрометрии интенсивность спектральной линии зависит от концентрации элемента. Какой физический закон описывает эту зависимость при низких концентрациях?**

Ответ: Физический закон, описывающий эту зависимость при низких концентрациях, называется закон Ломакина-Шайбе

**5) Почему в масс-спектрометрии молекулярный ион часто нестабилен?**

Ответ: В масс-спектрометрии молекулярный ион часто нестабилен из-за избыточной энергии после ионизации

### Ситуационные задачи:

1. Потенциал возбуждения атома калия составляет 1,6 эВ. Вычислите длину волны резонансной линии атома калия (в нм). Используйте следующие константы:

- постоянная Планка  $h=4,1357 \times 10^{-15}$  эВ·с;
- скорость света  $c=2,9979 \times 10^{17}$  нм/с.

Ответ: 775

2. Две навески силикатного минерала массой по 0,2000 г растворили в смеси кислот  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HF}$ . Полученные растворы выпарили досуха, остатки растворили в  $\text{HCl}$  (разб.), перенесли в мерные колбы ёмкостью 100,0 мл и разбавили до метки  $\text{HCl}$ . В одну из колб добавили стандартный раствор  $\text{CaCl}_2$  с содержанием 2,50 мг Са. При пламенно-эмиссионном определении Са сигнал от пробы составил 42,0 у.е., а от пробы с добавкой — 68,5 у.е. Рассчитайте массовую долю (до сотых %) Са в минерале. Запишите только число

Ответ: 1.89

3. Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в растворе (%), если показатель преломления этого раствора равен 1,3425, фактор показателя преломления  $F=0,0016$ , а показатель преломления воды равен 1,3330. Запишите только число

Ответ: 5.94

4. Для определения марганца в стали методом фотометрии построили калибровочный график по стандартным растворам:

Концентрация Mn, мкг/мл    0,5      1,0      2,0

Оптическая плотность        0,12    0,24    0,48

Оптическая плотность анализируемого раствора (после растворения 0,5000 г стали в кислоте и разбавления до 50,0 мл) составила 0,36. Рассчитайте массовую долю марганца в стали (%). Запишите только число

Ответ: 0.6

5. При рефрактометрическом анализе раствора сахарозы показатель преломления составил 1,3520. Фактор показателя преломления для сахарозы  $F=0,0014$ , показатель преломления воды — 1,3330. Рассчитайте массовую долю сахарозы в растворе (%). Запишите только число

Ответ: 13.57

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета и экзамена. Зачет и экзамен проводятся в форме теста, решения ситуационных задач, ответов на открытые вопросы.

#### **Шкала оценивания зачета**

| Критерий                      | Количество баллов |
|-------------------------------|-------------------|
| 80-100% правильных ответов    | 20-15 баллов      |
| 70-79 % правильных ответов    | 14-10 баллов      |
| 50-69 % правильных ответов    | 9-5 баллов        |
| менее 50 % правильных ответов | 5-0 баллов        |

#### **Шкала оценивания экзамена**

| Критерий                      | Количество баллов |
|-------------------------------|-------------------|
| 80-100% правильных ответов    | 30-15 баллов      |
| 70-79 % правильных ответов    | 14-10 баллов      |
| 50-69 % правильных ответов    | 9-5 баллов        |
| менее 50 % правильных ответов | 5-0 баллов        |

#### **Шкала выставления итоговой оценки по дисциплине**

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа магистранта в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы, полученные на промежуточной аттестации

| Баллы, полученные обучающимся в течение освоения дисциплины | Оценка по дисциплине |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| 41-100                                                      | Зачтено              |

|      |            |
|------|------------|
| 0-40 | Не зачтено |
|------|------------|

| Баллы, полученные обучающимся в течение освоения дисциплины | Оценка по дисциплине |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| 81-100                                                      | отлично              |
| 61-80                                                       | хорошо               |
| 41-60                                                       | удовлетворительно    |
| 0-40                                                        | не удовлетворительно |