

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.09.2025 09:16:43
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

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 «28» августа 2025г. №1
Заведующий кафедрой

 Васильев Н.В.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

АТОМНО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Направление подготовки
04.04.01 Химия

Программа подготовки:
Инструментальный химический анализ и комплексное исследование веществ и материалов

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очно-заочная

Москва
2025

Авторы-составители:

Петренко Дмитрий Борисович, к.х.н., доцент кафедры теоретической и прикладной химии
Радугина Ольга Георгиевна, к.х.н., доцент кафедры теоретической и прикладной химии
Васильев Николай Валентинович, д.х.н., проф., заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

Рабочая программа дисциплины «атомно-спектроскопический анализ» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.04.01 Химия, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от № 655 от 13.07.2017.

Дисциплина входит в часть, формируемая участниками образовательных отношений блока 1 (Дисциплины (модули)) и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2025

Содержание

1. [Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы](#)**Ошибка! Закладка не определена.**
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

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенции
СПК-2 – способен осуществлять химический анализ и комплексные исследования веществ и материалов.	1. Работа на лекциях и практических занятиях 2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения
ДПК-1 – способен применять результаты научных исследований при решении профессиональных задач, самостоятельно осуществлять научное исследование	1. Работа на лекциях и практических занятиях 2. Выполнение заданий для самостоятельного изучения

**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
ДПК-1 Способен осуществлять химический анализ и комплексные исследования веществ и материалов.	Пороговый	Работа на учебных занятиях Самостоятельная работа	<i>Знать:</i> - Возможности атомно-спектроскопических методов для решения прикладных задач. <i>Уметь:</i> - Использовать атомно-спектроскопические методы при проведении исследований в области химии.	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки посещаемости и активного участия в темах, обсуждаемых на занятии, устных ответов на вопросы и выполнения лабораторных работ	41–60 баллов Шкала вовлеченности в учебный процесс на занятиях Шкала выполнения лабораторной работы Шкала оценивания опроса
	Продвинутый	Работа на учебных занятиях Самостоятельная работа	<i>Знать:</i> - Возможности атомно-спектроскопических методов для решения прикладных задач. <i>Уметь:</i> - Использовать атомно-спектроскопические методы при проведении исследований в области химии. <i>Владеть:</i> - Атомно-спектроскопическими методиками изучения состава веществ и материалов.	Выступление с докладом и презентацией по выбранной теме.	61–100 баллов Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации
СПК-2 Способен осу-	Пороговый	Работа на учебных занятиях	<i>Знать:</i> - Методы и способы выполне-	Текущий контроль усвоения знаний на	41–60 баллов

Оцениваемые компетенции	Уровень	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
проводить химический анализ и комплексные исследования веществ и материалов.		Самостоятельная работа	проведения химического анализа <i>Уметь:</i> - Работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности - Выполнять стандартные операции определения химического и свойств веществ и материалов на их основе	основе оценки посещаемости и активного участия в темах, обсуждаемых на занятии, устных ответов на вопросы и выполнения лабораторных работ	Шкала вовлеченности в учебный процесс на занятиях Шкала выполнения лабораторной работы Шкала оценивания опроса
	Продвинутый	Работа на учебных занятиях Самостоятельная работа	<i>Знать:</i> - Методы и способы выполнения химического анализа <i>Уметь:</i> - Работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности - Выполнять стандартные операции определения химического и свойств веществ и материалов на их основе <i>Владеть:</i> - Способами выполнения химического анализа с соблюдением норм техники безопасности, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки посещаемости и активного участия в темах, обсуждаемых на занятии, устных ответов на вопросы и выполнения лабораторных работ	61–100 баллов Шкала вовлеченности в учебный процесс на занятиях Шкала выполнения лабораторной работы Шкала оценивания опроса Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации

Оцениваемые компетенции	Уровень	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
			дование процессов с их участием		

**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
Тематика докладов и презентаций к ним**

1. Схемы процессов, лежащих в основе методов атомной спектроскопии.
2. Характеристики атомизаторов: плазма, электрическая дуга, электрическая искра, индуктивно-связанная плазма, тлеющий разряд Гримма.
3. Способы монохроматизации и регистрации спектров.
4. Области применения атомной спектроскопии.
5. Химические модификаторы в атомно-абсорбционной спектроскопии.
6. Способы проверки правильности результатов анализа в атомной спектрометрии.
7. Особенности определения щелочноземельных металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
8. Особенности определения бора и алюминия методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
9. Особенности определения гидридообразующих элементов методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
10. Особенности определения ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
11. Особенности определения цветных металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
12. Применение атомно-абсорбционной спектрометрии в аналитической химии различных объектов.
13. Особенности определения щелочноземельных металлов методами оптической эмиссионной спектроскопии с индукционно-связанной плазмой.
14. Особенности определения цветных металлов методом оптической эмиссионной спектроскопии с индукционно-связанной плазмой.
15. Особенности микроэлементов методом оптической эмиссионной спектроскопии с индукционно-связанной плазмой с радиальным и аксиальным обзором.
16. Сравнительная характеристика атомно-эмиссионных спектрометров, представленных на рынке современного аналитического оборудования.
17. Сравнительная характеристика рентгеновских спектрометров, представленных на рынке современного аналитического оборудования.
18. Номенклатура рентгеновских линий, их относительные интенсивности.
19. Особенности определения микроэлементов методом РФА с дисперсией по длине волны.
20. Особенности определения микроэлементов методом РФА с дисперсией по длине энергии.
21. Особенности определения железа, алюминия и щелочных металлов методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.
22. Особенности определения трудноионизуемых элементов методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.
23. Пробоподготовка в рентгенофлуоресцентном анализе
24. Пробоподготовка в атомно-абсорбционном анализе
25. Сравнительная характеристика методов, основанных на использовании индуктив-

но-связанной плазмы.

Темы лабораторных работ

1. Изучение атомных эмиссионных спектров (2 часа)
Цель работы: изучить эмиссионный спектр железа, полученный в дуге постоянного тока и выполнить качественный анализ на заданные элементы методом последних линий.
2. Атомно-абсорбционное определение микроэлементов в сточных водах (4 часа)
Цель работы: осуществить определение микроэлемента в образце воды (по заданию преподавателя). Примерный набор элементов: Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Fe.
3. Атомно-абсорбционное определение ртути в биологических пробах с применением метода холодного пара (2 часа)
Цель работы: осуществить определение ртути в образце биологического происхождения (растения, продукты питания и т.п.) (по заданию преподавателя).
4. Атомно-абсорбционное определение ртути в биологических пробах с применением метода холодного пара (2 часа)
Цель работы: осуществить определение ртути в образце биологического происхождения (растения, продукты питания и т.п.) (по заданию преподавателя).
5. Обработка данных рентгено-флуоресцентного анализа (2 часа)
Цель работы: осуществить обработку рентгеновских спектров и данных рентгено-флуоресцентного анализа с расчетом результатов (по заданию преподавателя).

Задания для подготовки к опросам

1. Сущность атомно-эмиссионной спектроскопии.
2. Дайте общую характеристику спектроскопических методов анализа.
3. Перечислите основные параметры электромагнитного излучения.
4. По каким признакам можно классифицировать спектры?
5. По каким принципам можно классифицировать спектроскопические методы?
6. В чем состоят преимущества дифракционных решеток перед призмами при разложении света по длинам волн?
7. Перечислите основные характеристики спектральных приборов.
8. На чем основан метод атомно-эмиссионной спектроскопии?
9. Перечислите основные типы атомизаторов в атомно-эмиссионной спектроскопии. Какие из них используются для анализа растворов, а какие для анализа твердых проб?
10. В чем состоят основные причины отклонения от линейной зависимости градуировочных графиков в атомно-эмиссионной спектроскопии?
11. В чем заключается процесс самопоглощения, самообращения спектральной линии?
12. Что такое спектроскопические буферы (модификаторы матрицы)?
13. Сущность атомно-абсорбционной спектроскопии.
14. Конструкция спектрометров: АЭС, ААС, сходства и отличия.
15. Пламенный и электротермический способ атомизации. Особенности применения и конструктивные отличия.
16. Как выполняют количественный анализ в методе ААСс пламенным способом атомизации.

17. Каковы наиболее часто используемые способы атомизации в практике анализа методом атомно-абсорбционной спектроскопии?
18. Компьютеризация и автоматизация в анализе.
19. Сущность способа генерации летучих гидридов.
20. Сущность способа генерации холодного пара.
21. В чем заключается преимущество ААС перед ИСП-АЭС?
22. Способы выявления загрязнений реактивов и очистка.
23. Назовите материалы, из которых изготавливают анод рентгеновской трубки в спектрометрах для РФА.
24. Почему важна чистота материала, из которого изготовлен анод рентгеновской трубки?
25. Почему определение легких элементов методом РФА представляет сложность с точки зрения чувствительности и точности?
26. В чем состоит различие между волнодисперсионным и энергодисперсионным рентгенофлуоресцентным анализом?
27. В чем заключается принцип работы газонаполненного пропорционального счетчика?
28. Какие характеристики, кроме химического состава, могут быть определены методом РФА?

Вопросы к экзамену

1. Структура атомных и молекулярных спектров. Регистрация и графическое представление спектров.
2. Общая характеристика спектральных приборов, их основные узлы.
3. Атомная спектроскопия. Схемы процессов, классификация методов, сферы применения методов атомной спектроскопии.
4. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Основы метода, типы атомизаторов.
5. Спектральные помехи. Самопоглощение, излучение и поглощение фона, наложение атомных спектральных линий.
6. Физико-химические помехи. Полнота испарения и атомизации пробы, ионизация, модификаторы матрицы.
7. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода атомно-эмиссионной спектроскопии.
8. Способы монохроматизации и регистрации спектров.
9. Области применения атомно-эмиссионной спектроскопии. Качественный и количественный анализ.
10. Матричные влияния в атомно-абсорбционном анализе. Виды и способы устранения.
11. Применение атомно-абсорбционной спектрометрии в аналитической химии различных объектов. Использование метода в аналитическом контроле.
12. Принципиальная блок-схема атомно-абсорбционного спектрометра с селективным источником света.
13. Принцип работы лампы с полным катодом.
14. Техника и методика работы на атомно-абсорбционных приборах.
15. Использование химических модификаторов в анализе объектов окружающей среды, металлов и сплавов.

16. Атомизация гидридов. Получение гидридов.
17. Метод «холодного пара»: принцип и общая схема. Основные стадии. Применяемые восстановители
18. Особенности атомно-абсорбционного определения трудноатомизируемых элементов.
19. Правильность и воспроизводимость результатов атомно-абсорбционного анализа. Способы проверки правильности. Приемы устранения причин систематических погрешностей.
20. Рентгеновское излучение: характеристики, источники, взаимодействие с веществом (для условий тяжелой и легкой матрицы).
21. Рентгеновский спектр. Строение атома. Номенклатура рентгеновских линий.
22. Принципиальное устройство оборудования для рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Спектрометры с волновой и энергетической дисперсией.
23. Матричные эффекты, способы их устранения в РФА.
24. Качественный и количественный рентгенофлуоресцентный анализ. Метрологические характеристики метода
25. Методики пробоподготовки и анализа твердых образцов в РФА.
26. Индуктивно связанная плазма (ИСП) и ионизация вещества в индуктивно связанной плазме. Физические основы и область применения.
27. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой с локальным отбором пробы методом лазерной абляции.

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

Программа освоения дисциплины предусматривает опрос, подготовку доклада и презентации, выполнение лабораторных заданий.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена в 3 семестре. Зачет с оценкой проводится по вопросам. На зачете магистранты должны давать развернутые ответы на теоретические вопросы, проявляя умение делать самостоятельные обобщения и выводы, приводя достаточное количество примеров.

Максимальное количество баллов, которое может набрать магистрант в течение семестра за различные виды работ – 70 баллов.

Минимальное количество баллов, которые магистрант должен набрать в течение семестра за текущий контроль, равняется 40 баллам.

Максимальная сумма баллов, которые магистрант может получить на экзамене – 30 баллов.

Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется преподавателем с учетом набранных баллов в процессе освоения дисциплины, а также баллов, набранных на промежуточной аттестации. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа магистранта в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы, полученные на промежуточной аттестации.

Шкала оценивания вовлеченности в учебный процесс на занятиях. (макс. 15 баллов)

Вид работы	Шкала оценивания	Кол-во баллов
Посещение лекций и работа на практических занятиях, выполнение заданий по программе дисциплины.	Посещение 90-100% занятий по всем темам дисциплины, активная работа в рамках занятия, участие дискуссии, качественное выполнение всех предусмотренных программой лабораторных работ.	12-15
	Посещение 70-90% занятий по всем темам дисциплины, активная работа в рамках занятия, участие в обсуждении вопросов темы, качественное выполнение 75-90% предусмотренных программой лабораторных работ.	8-11
	Посещение 50-70% занятий по всем темам дисциплины, нерегулярная работа в рамках занятия, выполнение (с рядом недочётов) примерно половины всех предусмотренных программой лабораторных работ.	6-8
	Посещение менее 50% занятий по всем темам дисциплины, студент пассивен при обсуждении вопросов темы, не участвует в дискуссии, выполнение лабораторных работ, фрагментарное, не соответствующее требованию преподавателя, при выполнении задания допущены ошибки	0-6

Шкала оценивания доклада

(макс. 10 баллов)

Критерии оценивания	Кол-во баллов
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, студент в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	8-10
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, студент в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	5-7
Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	0-4

Шкала оценивания презентации

(макс. 10 баллов)

Критерии оценивания	Кол-во баллов
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Презентация отражает основные структурные компоненты работы: введение, содержание и выводы, включает иллюстративный материал. Широко использованы возможности технологии <i>PowerPoint</i> .	8-10
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Представленная презентация неполно отражает компоненты работы, отсутствует иллюстративный материал. Возможны незначительные ошибки при оформлении в <i>PowerPoint</i> (не более двух).	5-7
Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Презентация не представлена. Возможности технологии <i>PowerPoint</i> использованы лишь частично.	0-4

Шкала оценивания опроса

(2 опроса, макс. 10 баллов)

Критерии оценивания	Кол-во баллов
Ответ полный и содержательный, соответствует теме; студент умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины	4-5
Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); студент умеет отстаивать свою точку (хотя аргументация не всегда на должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины	2-3
Ответ неполный как по объему, так и по содержанию (хотя и соответствует теме); аргументация не на соответствующем уровне, некоторые проблемы с употреблением терминологии дисциплины	0-1

Шкала оценивания выполнения лабораторной работы

(макс. 25 баллов, по 5 баллов за каждую из 5 работ выполняемых в течение семестра)

Критерии оценивания	Кол-во баллов
Работа выполнена полностью по плану и сделаны правильные выводы	5
Работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка	2
Работа не выполнена	0

Шкала оценивания экзамена

Критерий оценивания	Баллы
Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто со-	30

держание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.	
Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.	20
Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий.	15
Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.	0

Максимальное количество баллов – 30.

Сводная шкала оценивания

Вид работы	Максимальное количество баллов
Посещение занятий и активная работа на практических занятиях	15
Выполнение лабораторных работ	25
Опрос	10
Доклад	10
Презентация	10
Экзамен	30
Итого	100

Формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой, который проходит в форме устного собеседования по вопросам.

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 на промежуточной аттестации.

Баллы, полученные магистрантами в течение освоения дис-	Оценка по дисциплине
---	----------------------

циплины	
41–100	Зачтено
0–40	Не зачтено