

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:
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 «28» августа 2025г. №1
Заведующий кафедрой


Васильев Н.В.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
По дисциплине

МЕТРОЛОГИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

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:

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

Фонд оценочных средств дисциплины «Метрология и обеспечение качества химического анализа» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от № 655 от 13.07.2017.

Дисциплина входит в часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений (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 3
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания 3
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 9
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций 17

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 лабораторных 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 лабораторных 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 химических и инструментальных методов для решения прикладных задач. <i>Уметь:</i> - Использовать химические и инструментальные 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 химических и инструментальных методов для решения прикладных задач. <i>Уметь:</i> - Использовать химических и инструментальных методы при проведении исследований в области химии. <i>Владеть:</i> - методами статистической обработки результатов проведенных химических исследований.	Выступление с докладом и презентацией по выбранной теме.	61–100 баллов Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации
СПК-2 Способен осуществлять химиче-	Пороговый	Работа на учебных занятиях Самостоятельная работа	<i>Знать:</i> - Методы и способы выполнения химического анализа	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки по-	41–60 баллов Шкала вовле-

Оцениваемые компетенции	Уровень	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ский анализ и комплексные исследования веществ и материалов.			<p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности - Выполнять стандартные операции определения химического и свойств веществ и материалов на их основе 	сещаемости и активного участия в темах, обсуждаемых на занятии, устных ответов на вопросы и выполнения лабораторных работ	ценности в учебный процесс на занятиях Шкала выполнения лабораторной работы Шкала оценивания опроса
	Продвинутый	Работа на учебных занятиях Самостоятельная работа	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Методы и способы выполнения химического анализа <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности - Выполнять стандартные операции определения химического и свойств веществ и материалов на их основе <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Способами выполнения химического анализа с соблюдением норм техники безопасности, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участи- 	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
			ем		

Шкала оценивания вовлеченности в учебный процесс на занятиях. (макс. 20 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.	15-20
	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.	10-14
	Посещение 50-70% занятий по всем темам дисциплины, нерегулярная работа в рамках занятия, выполнение (с рядом недочётов) примерно половины всех предусмотренных программой лабораторных работ.	5-9
	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	0-4

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 ос-	8-10

новные структурные компоненты работы: введение, содержание и выводы, включает иллюстративный материал. Широко использованы возможности технологии <i>PowerPoint</i> .	
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; магистрант умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины	4-5
Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); магистрант 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. 18 баллов, 6 баллов, за каждую из 3 работ, выполняемых в течение семестра)

Критерии оценивания	Кол-во баллов
Работа выполнена полностью по плану и сделаны правильные выводы	6
Работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка	3
Работа не выполнена	0

Шкала оценивания индивидуального задания

(макс. 12 баллов)

Критерии оценивания	Кол-во баллов

Задание выполнено полностью правильно, иллюстрируется примерами, материал изложен на высоком научном уровне, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом и терминологией дисциплины.	9-12
Задание выполнено с незначительными ошибками и/или не иллюстрируется примерами, материал изложен на высоком научном уровне, но изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом и терминологией дисциплины.	5-8
Задание выполнено правильно не менее, чем на половину или содержит существенные ошибки, изложенный материал не иллюстрируется примерами, материал изложен на высоком научном уровне, изложение материала непоследовательно и фрагментарно, студент показал недостаточно уверенное владение материалом и терминологией дисциплины.	3-4
Задание не выполнено или при выполнении допущено большое количество грубых ошибок, студент не владеет материалом и терминологией дисциплины.	0-2

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

Примерная тематика докладов и презентаций к ним

1. Границы применения метода масс-спектрометрии. Способы проверки правильности результатов анализа.
2. Применение метода спектроскопии ядерного магнитного резонанса в аналитической химии различных объектов. Оценка правильности методики химического анализа
3. Возможности метода рентгеновского фазового анализа в химическом анализе объектов окружающей среды. Представление результатов исследования.
4. Использование кинетических методов анализа в аналитических целях. Способы проверки правильности результатов анализа.
5. Метрологическая характеристика иммунологических методов анализа
6. Метрологические характеристики ядерно-физических методов анализа
7. Метрологические характеристики рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии
8. Метрологические характеристики электронной микроскопии
9. Метрологические характеристики люминесцентного анализа
10. Возможности метода газовой хроматографии. Метрологическая характеристика метода.
11. Применение метода жидкостной хроматографии в анализе объектов окружающей среды. Представление результатов исследования
12. Способы проверки правильности результатов анализа в атомной спектрометрии.
13. Влияние пробоподготовки на правильность конечного результата анализа
14. Аналитические характеристики метода гравиметрии. Способы проверки правильности анализа.

15. Возможности использования титриметрических методов анализа при определении макрокомпонентов в объектах окружающей среды. Метрологическая характеристика метода.

Темы лабораторных работ

1. Практическое применение методов расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала. Метод градуировочного графика. Метод стандартов (стандартных растворов). Метод добавок.

Цель: Анализ приборного сигнала в инструментальном измерении.

2. Проведение статистической обработки результатов аналитического исследования. Исключение промахов. Расчет доверительного интервала.

Цель: статистическая обработка материалов исследования

3. Определение основных характеристик методики анализа: воспроизводимость (прецизионность), правильность, предел обнаружения, предел определения и границы определяемых содержаний. Чувствительность.

Цель: приобретение навыков метрологической обработки результатов эксперимента.

Задания для подготовки к опросам

1. Дайте характеристику понятий «функция распределения» и «функция плотности распределения».
2. Дайте определение понятий «выборка», «генеральная совокупность».
3. Какие способы изображения выборок вы знаете?
4. Охарактеризуйте гипотезы в математической статистике. Как их проверяют?
5. Как проверяют гипотезу о равенстве двух дисперсий? «грубые промахи». Как их выявляют?
6. Охарактеризуйте понятие
7. Как проверяют гипотезу о равенстве двух математических ожиданий при несвязанных выборках?
8. Какие способы нахождения линейной зависимости между двумя величинами вам известны?
9. Назовите основные предположения, лежащие в основе метода наименьших квадратов Гаусса.
10. Назовите основные положения, лежащие в основе метода наименьших квадратов Гаусса.
11. В чем заключается принцип пренебрежения малыми погрешностями? Какими факторами он обусловлен?
12. Как проверяют приемлемость результатов измерения при двух измерениях для каждой пробы?
13. Перечислите основные метрологические характеристики методик количественного анализа.
14. В чем заключаются погрешность и неопределенность результатов измерений? Как они соотносятся?
15. Как представляют результаты измерений?

Варианты индивидуальных заданий

Вариант 1.

1. Массовую долю (%) CuO в минерале определили методами иодометрии и комплексонометрии. По первому методу нашли 38,20, 38,00 37,66. По второму – 37,70, 37,65 и 37,55. Значимо ли расхождение результатов?

2. При анализе топаза получили следующие данные о содержании в нём оксида алюминия (%): 53,96, 54,15, 54,05, 54,08 и 54,32. Является ли последний результат промахом?

3. Содержание активного хлора в хлорной извести найдено (%): 37,11, 37,02, 37,18, 37,27 и 37,15. Оценить наличие грубых промахов, найти выборочное стандартное отклонение среднего результата и доверительный интервал.

Вариант 2.

1. При анализе стали нашли 48,35 % и 48,80 % марганца. Сколько параллельных проб необходимо для определения марганца с доверительным интервалом $\pm 0,48$ %?

2. При анализе селитры получены следующие результаты содержания азота (%): 34,52, 34,72, 34,68, 34,64. Оценить наличие грубых промахов, найти выборочное стандартное отклонение среднего результата и доверительный интервал.

3. Имеется ли систематическая погрешность при определении платины, если при анализе стандартного образца, содержащего 85,97 % платины, получены результаты (%): 85,97, 85,71, 85,84 и 85,79?

Вариант 3.

1. В серебряной монете при определении серебра получены значения (%): 90,04, 90,12, 89,92, 89,94, 90,08, 90,02. Вычислить стандартное отклонение единичного результата и доверительный интервал.

2. Содержание оксида железа(III) в руде определяли перманганатометрически и комплексонометрически. Получили следующие результаты (%): 60,12, 61,00, 61,25 в первом случае и 58,75, 58,90 и 59,59 во втором. Существует ли статистически значимая разница между результатами анализа?

3. При определении сульфат-иона гравиметрическим методом получены следующие результаты (%): 15,51, 15,45, 15,48, 15,53 и 16,21. Является ли последний результат промахом?

Вариант 4.

1. При определении кальция гравиметрическим методом получены результаты (%): 12,86, 12,90, 12,93 и 12,84. Вычислить выборочное стандартное отклонение среднего результата.

2. При анализе апатита получили следующие значения содержания в нём оксида фосфора(V) (%): 35,11, 35,14, 35,18, 35,21 и 35,42. Является ли последний результат промахом?

3. При определении ванадия в сплаве получены результаты (г): 0,000600 и 0,000640. Сколько параллельных определений необходимо провести для достижения доверительного интервала $\pm 0,000042$?

Вариант 5.

1. При определении содержания свинца в сплаве получены результаты (%): 15,50, 15,43, 15,45, 15,52, 15,58 и 15,19. Оценить наличие грубых промахов, и доверительный интервал.

2. При анализе стандартного образца, содержащего 2,54 % серебра, получены следующие результаты (%): 2,31, 2,45, 2,30, 2,32 и 2,42. Определить доверительный интервал и сделать выводы о возможной систематической погрешности.

3. При анализе сплава нашли 46,35 % и 46,80 % марганца. Сколько параллельных проб необходимо для определения марганца с доверительным интервалом $\pm 0,48$ %?

Вопросы к зачету

1. Статистическая обработка количественных измерений. Области применения и значение статистической обработки результатов исследования.
2. Значащие цифры и их определение. Правила округления.
3. Метрология количественных измерений. Области применения и роль метрологической обработки результата исследования.
4. Методика анализа. Относительные и абсолютные методы. Чувствительность, избирательность и технологичность методики.
5. Точностные характеристики. Аналитический сигнал. Полезный сигнал и сигнал фона. Контрольный (нулевой) опыт.
6. Типы погрешностей: систематическая, случайная, абсолютная, относительная. Источники систематических погрешностей: инструментальные, методические, реактивные.
7. Учет систематических погрешностей. Способы проверки правильности результата.
8. Стандартные образцы состава и эталоны. Варьирование величины и разбавления пробы. Метод «введено – найдено». Проверка независимым методом.
9. Закон нормального распределения Гаусса. Дисперсия. t-Распределение. Коэффициент Стьюдента. Доверительная вероятность. Стандартное отклонение. Относительное стандартное отклонение.
10. Результат анализа. Исключение промаха. Сопоставление методик анализа.
11. Градуировочный график. Его уравнение.
12. Основные принципы подхода к измерениям. Приближенные вычисления и значащие цифры.
13. Физические величины. Размер физической величины и числовые формы. Основные и производные величины, основные и производные единицы. Размерность. Система физических величин и система единиц.
14. Классификация измерений. Принципы, методы и методики измерений. Средства измерений. Условия измерений. Погрешности измерений.
15. Эталоны физических величин. Погрешности средств измерений и их нормирование.
16. Метрологические характеристики средств измерений. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Классы точности средств измерений. Способы поверки средств измерений.
17. Государственная метрологическая служба РФ. Метрологический надзор средств измерений.
18. Специфика количественного химического анализа как область метрологии
19. общие понятия математической статистики. Генеральная совокупность и выборка. Ограниченность возможностей математической статистики. Статистические модели.
20. Способы представления и характеристики выборки. Теоретические распределения. Непрерывные распределения. Нормальное распределение. Моменты непрерывного распределения. Равномерное распределение. Распределение дискретных случайных величин. Распределение Пуассона).
21. Условия применения методов математической статистики и проверка выполнения этих условий.
22. Образцы сравнения и стандартные образцы. Требования адекватности. Погрешность стандартного образца. Оценка срока годности стандартного образца. Способы установления среднего содержания определяемых веществ в стандартных образцах.
23. Метрологические характеристики методик количественного химического анализа.
24. Выбор методик количественного химического анализа.
25. Роль отбора проб и пробоподготовки в аналитическом исследовании.
26. Исследование методик количественного химического анализа. Градуировочная характеристика и градуировка методик. Предел обнаружения. Оценка правильности методики химического анализа.
27. Аттестация методик химического анализа.

28. Планирование эксперимента и оценка статистических характеристик методики анализа.

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 зачета в 3 семестре. Зачет проводится по вопросам в билетах. 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 – 80 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 зачете – 20 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 качества ответа на зачёте (макс.20 баллов)

Критерий оценивания	Кол-во баллов
Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; установлены причинно-следственные связи; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.	15-20
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, исправленные с помощью преподавателя.	10-14
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 по-	5-9

нений, исправленные с помощью преподавателя.	
Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.	0-4

Сводная шкала оценивания

Вид работы	Максимальное количество баллов
Посещение занятий и активная работа на практических занятиях	20
Выполнение лабораторных работ	18
Опрос	10
Индивидуальное задание	12
Доклад	10
Презентация к докладу	10
Зачет	20
Итого	100

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

Шкала выставления итоговой оценки по дисциплине

Баллы, полученные магистрантами в течение освоения дисциплины	Оценка по дисциплине
41–100	Зачтено
0–40	Не зачтено