

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 12 мая 25 г.

Рабочая программа дисциплины

«МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»

Направление: 04.04.01 Химия

Физическая химия

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Мальцев Артем Сергеевич
Дата подписания: 07.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 09.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Яковлева
Ариадна Алексеевна
Дата подписания: 07.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Метрологический контроль в физико-химических исследованиях» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
УК-2.4	Знает теоретические основы, реализует знания, умения и навыки в области метрологического контроля физико-химических исследований, грамотно использует законы государства в области аналитического контроля на всех этапах выполнения проекта	Знать возможность реализации метрологических требований при планировании физико-химического эксперимента Уметь применять метрологические требования при планировании физико-химического эксперимента уметь его провести Владеть метрологическими основами физико- химического анализа

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Метрологический контроль в физико-химических исследованиях» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физико-химические методы исследования», «Основы научных исследований»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: Нет

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	24	24
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	24	24
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч.	60	60

курсовое проектирование)		
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в метрологию. Основные понятия химической метрологии	1	4					3	15	Доклад
2	Правовые основы метрологии и стандартизации	2	4							Доклад
3	Основы методов классификации и идентификации	3	4			1, 6	8	1	15	Доклад
4	Описательная и предсказательная сила регрессионной модели. Оптимизация регрессионной модели, перекрестная проверка на достоверность (кросс-валидация)	4, 5	8			3, 4	8			Доклад
5	Основы методов математического планирования эксперимента					5	4			Доклад
6	Метрологические критерии выбора метода и методики анализа	6	4			2	4	2, 4	30	Доклад
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		24				24		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в метрологию. Основные понятия химической метрологии	Вводное занятие. Цели и задачи дисциплины. Ознакомление с разделами дисциплины. Обсуждение условий выполнения и содержания отчета по практической работе
2	Правовые основы метрологии и стандартизации	Электрохимические методы анализа. Оптические методы анализа. Методы усреднения проб при технологическом контроле. Входной контроль технологических процессов (на примере конкретного металлургического или химического производства, производства строительных материалов и др.). Выходной контроль технологических процессов (на примере конкретного металлургического или химического производства, производства строительных материалов и др.). Аккредитация заводских химических лабораторий
3	Основы методов классификации и идентификации	Прямые и косвенные измерения. Особенности измерения химических величин. Аналитический сигнал, градуировочная функция. Абсолютные и относительные методы анализа. Образцы сравнения, стандартные образцы. Погрешность, воспроизводимость, правильность, чувствительность, селективность
4	Описательная и предсказательная сила регрессионной модели. Оптимизация регрессионной модели, перекрестная проверка на достоверность (кросс-валидация)	Основные задачи хемометрики и химической метрологии. Регрессия на главных компонентах, проекция на скрытые структуры (дробный или блочный метод наименьших квадратов). Основы методов многомерного регрессионного анализа. Многомерная градуировка. Расчет и интерпретация параметров регрессионного анализа, оценка их погрешностей. Применение регрессионного анализа для градуировки и расчета содержания определяемого компонента
5	Основы методов математического планирования эксперимента	Факторное планирование эксперимента. Выбор факторов, их основных уровней, интервалов варьирования. Многомерная регрессионная модель и матрица планирования. Расчет параметров регрессионной модели, их статистическая оценка, интерпретация и выбор стратегии оптимизации
6	Метрологические критерии выбора метода и методики анализа	Аттестация и стандартизация методик. Межлабораторные испытания. Аккредитация химических лабораторий. Понятие о системах обеспечения и контроля качества результатов химического анализа

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Оценка метрологических характеристик результатов химического анализа с помощью параметрических и непараметрических критериев	4
2	Оценка вклада отдельных этапов методики анализа в общую погрешность результата методами дисперсионного анализа	4
3	Классификация химических объектов с использованием методов корреляционного анализа и главных компонент	4
4	Обработка результатов анализа многокомпонентных систем с использованием многомерного регрессионного анализа	4
5	Оптимизация условий методики анализа при помощи факторного планирования эксперимента	4
6	Применение корреляционного анализа для выявления закономерностей, прогноза, отбора классификационных признаков	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	15
2	Подготовка к зачёту	15
3	Подготовка к практическим занятиям	15
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	15

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Яковлева А.А. Самостоятельная работа магистрантов, обучающихся по направлению «Химия»: Методические указания по самостоятельной работе. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 66 с

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Яковлева А.А. Самостоятельная работа магистрантов, обучающихся по направлению «Химия»: Методические указания по самостоятельной работе. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2018. – 66 с

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Доклад

Описание процедуры.

УК-1.15 Выполняет критический анализ проблемных ситуаций при проведении физико-химических исследований технологических процессов и метрологической оценки результатов; на основе системного изучения фактических данных из различных источников, при выработке стратегии действия формулирует задачу исследования, выбирает методы исследования, оценивает природу экспериментальных ошибок; планирует, организует и выполняет физико-химический эксперимент; проводит профессиональный анализ результатов физико-химических исследований, представляет их в виде отчетов и публикаций

Критерии оценивания.

Обучающийся грамотно выполняет критический анализ проблемных ситуаций при проведении физико-химических исследований технологических процессов и метрологической оценки результатов Демонстрируется понимание связей между отдельными вопросами, целями и задачами при выработке стратегии действия, выбирает методы исследования, оценивает природу экспериментальных ошибок; планирует, организует и выполняет физико-химический эксперимент; проводит профессиональный анализ результатов физико-химических исследований, представляет их в виде отчетов и публикаций

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
УК-2.4	Обучающийся грамотно выполняет критический анализ проблемных ситуаций при проведении физико-химических исследований технологических процессов и метрологической оценки результатов Демонстрируется понимание связей между отдельными вопросами, целями и задачами при выработке стратегии действия, выбирает методы исследования, оценивает природу	Устное собеседование по теоретическим вопросам

	экспериментальных ошибок; планирует, организует и выполняет физико-химический эксперимент; проводит профессиональный анализ результатов физико-химических исследований, представляет их в виде отчетов и публикаций	
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

В конце семестра (в последнюю неделю) обучающийся сдает зачет лектору в виде свободного собеседования и ответа на задаваемые вопросы.

Пример задания:

1. Основные задачи хеометрики и химической метрологии.
2. Прямые и косвенные измерения. Особенности измерения химических величин.
3. Абсолютные и относительные методы анализа. Образцы сравнения, стандартные образцы.
4. Погрешность, воспроизводимость, правильность, чувствительность, селективность.
5. Понятие о непараметрических методах статистических оценок.
6. Применение дисперсионного анализа для сравнения нескольких средних значений, оценки представительности пробы, внутри- и межлабораторной погрешности. Воспроизводимость и сходимость.
7. Корреляционный анализ. Статистические критерии проверки гипотез относительно коэффициентов корреляции.
8. Применение корреляционного анализа для выявления закономерностей, прогноза, отбора классификационных признаков.
9. Кластерный и дискриминантный анализ.
10. Регрессионный анализ. Применение регрессионного анализа для градуировки и расчета содержания определяемого компонента.
11. Основы методов многомерного регрессионного анализа
12. Факторное планирование эксперимента.
13. Метрологические критерии выбора метода и методики анализа.
14. Аттестация и стандартизация методик.
15. Система аккредитации аналитических лабораторий.
16. Требования к компетентности аналитической лаборатории.
17. Порядок аккредитации аналитической лаборатории.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Понимает роль дисциплины для овладения профессиональным мастерством Знает и умеет применять основные законы и понятия дисциплины при решении профессиональных задач	Не понимает роль дисциплины для овладения профессиональным мастерством Не знает и не умеет применять основные законы и понятия дисциплины при

Демонстрирует владение теорией и навыки практической работы Знает и умеет использовать законы и понятия химии. Владеет теорией и способен объяснять полученные результаты. Демонстрирует навыки практической работы в области избранного раздела химии	решении профессиональных задач Не демонстрирует владение теорией и навыки практической работы Не знает и не умеет использовать законы и понятия химии. Не владеет теорией и не способен объяснять полученные результаты. Не демонстрирует навыки практической работы в области избранного раздела химии
--	--

7 Основная учебная литература

1. Основы аналитической химии : [Учеб. для вузов]: В 2 кн. [Кн.] 2. Методы химического анализа/ [Н. В. Алов, Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш и др.] / Под ред. Ю. А. Золотова, 2000. - 493.
2. Смагунова А. Н. Алгоритмы определения метрологических характеристик методик количественного химического анализа : учебное пособие / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова, Л. И. Белых, 2006. - 97.
3. Смагунова А. Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии : учебное пособие / А. Н. Смагунова, Г. В. Пашкова, Л. И. Белых, 2017. - 118.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Основы аналитической химии : [Учеб. для вузов]: В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения/Большова Т. А. и др. / Под ред. Ю. А. Золотова, 1999. - 351.
2. Смагунова Антонина Никоновна. Примеры применения математической теории эксперимента в рентгенофлуоресцентном анализе / Антонина Никоновна Смагунова, Владимир Алексеевич Козлов, 1990. - 230.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение ORIGIN

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины