

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

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
И.о. декана
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

Прикладной инструментальный анализ

по направлению подготовки

04.03.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки:
Аналитическая химия (Analytical chemistry)

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2022

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Ю.Г. Слизов

Председатель УМК
В.В. Шелковников

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.

ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК 2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИОПК 4.2 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.

ИОПК 4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.

ИОПК 6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.

ИОПК 6.2 Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.

ИОПК 6.3 Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе.

ИОПК 6.4 Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках.

ИПК 1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.

ИПК 1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.

ИПК 1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.

ИПК 1.4 Готовит объекты исследования.

ИПК 2.2 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.

2. Задачи освоения дисциплины

– определить подходящие методы инструментального анализа и правильную подготовку проб, а также самостоятельно разработать план анализа с перечнем целей;

– приобрести навыки проведения анализа, сбора, обработки, анализа и описания данных;

– интерпретировать и объяснять результаты экспериментов и анализов объективно и критически сравнивать полученные данные с практикой, стандартами и литературой.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Шестой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Курс основан на знаниях и навыках, полученных студентами на предыдущих курсах физики, аналитической химии и физической химии. Также студенты должны обладать базовыми знаниями по химии, статистике и математике.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 часов, из которых:

-лекции: 42 ч.

-лабораторные: 64 ч.

-практические занятия: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 96 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Модуль 1. Введение в инструментальные методы

Классификация аналитических методов. Типы инструментальных методов. Выбор аналитического метода. Калибровка инструментальных методов. Основы измерений. Сигналы и шум. Источники шума в инструментальном анализе и улучшение отношения сигнал/шум.

Модуль 2. Атомная спектроскопия

Введение в спектрометрические методы. Свойства электромагнитного излучения. Количественные аспекты спектрохимических измерений. Компоненты оптических приборов. Источники излучения. Принципы Фурье-оптических измерений. Оптические атомные спектры.

Атомно-абсорбционная спектрометрия. Методы атомизации. Приборы. Интерференции в атомно-абсорбционной спектроскопии. Аналитические методы атомной абсорбции. Атомно-флуоресцентная спектрометрия.

Атомно-эмиссионная спектрометрия. Эмиссионная спектроскопия на основе пламенных, плазменных, дуговых и искровых источников.

Атомная масс-спектрометрия. Общие характеристики атомной масс-спектрометрии. Масс-спектрометры. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Масс-спектрометрия с искровым источником. Масс-спектрометрия с тлеющим разрядом. Элементный анализ поверхности методом масс-спектрометрии.

Атомная рентгеновская спектрометрия. Основные принципы. Компоненты прибора. Методы рентгеновской эмиссии. Методы рентгеновской флуоресценции. Методы рентгеновской абсорбции. Методы рентгеновской дифракции. Электронный микрозонд.

Модуль 3. Молекулярная спектроскопия

Молекулярная абсорбционная спектрометрия в ультрафиолетовом/видимом диапазоне. Измерение пропускания и поглощения. Закон Бера. Влияние инструментального шума на спектрофотометрический анализ. Инструментарий. Качественный и количественный анализ с помощью измерений поглощения. Поглощающие виды. Фотометрическое титрование.

Молекулярная люминесцентная спектрометрия. Теория флуоресценции и фосфоресценции. Приборы. Приложения и методы фотолюминесценции. Хемилюминесценция.

Инфракрасная спектрометрия. Теория инфракрасной абсорбционной спектрометрии. Инфракрасные приборы. Применение инфракрасной спектрометрии. Средне-инфракрасная абсорбционная спектрометрия. Средне-инфракрасная отражательная спектрометрия. Ближняя инфракрасная спектроскопия. Дальняя инфракрасная спектроскопия. Инфракрасная эмиссионная спектроскопия. Инфракрасная микроспектрометрия.

Рамановская спектроскопия. Теория рамановской спектроскопии. Приборы для измерения рамановских спектров. Применение рамановской спектроскопии. Другие типы рамановской спектроскопии.

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теория ЯМР. Спектрометры ЯМР. Применение протонного ЯМР. Двумерный Фурье-ЯМР. Магнитно-резонансная томография.

Молекулярная масс-спектрометрия. Молекулярные масс-спектры. Источники ионов. Масс-спектрометры. Применения молекулярной масс-спектрометрии.

Характеристика поверхности с помощью спектроскопии и микроскопии. Введение в изучение поверхностей. Спектроскопические методы исследования поверхности. Сканирующая электронная микроскопия. Сканирующие зондовые микроскопы.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, экспресс-тестов и коллоквиумов по лекционному материалу, выполнения индивидуальных заданий, кейсов и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в шестом семестре проводится в тестовой форме. Тест содержит 15 вопросов различного типа, содержание вопросов позволяет установить уровень освоения ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 2.4, ИОПК 6.2, ИОПК 6.3, ИОПК 6.4, ПК 1.1., ПК 1.2, ПК 1.4. Продолжительность экзамена 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO»
<https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=34814>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. D.A. Skoog, F.J. Holler, S.R. Crouch, Principles of Instrumental Analysis, 7th Ed., Cengage Learning, 2017.

2. Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry, 3rd Ed., J. Lindon, G.E. Tranter, D. Koppenaal (Eds.), Elsevier, 2016.

3. J.W. Robinson, E.S. Frame, G.M. Frame II, Undergraduate Instrumental Analysis, 7th Ed., CRC Press, 2014.

4. R.D. Braun, Introduction to Instrumental Analysis, 2nd Ed., Pharma Med Press, 2016.

б) дополнительная литература:

1. R. Kakkar, Atomic and Molecular Spectroscopy: Basic Concepts and Applications, Cambridge University Press, 2015.

2. Molecular Spectroscopy—Experiment and Theory: From Molecules to Functional Materials, A. Koleżyński, M. Król (Eds.), Springer, 2019.

3. Frontiers and Advances in Molecular Spectroscopy, 1st Ed., J. Laane (Ed.), Elsevier Science, 2017.

4. J.M. Hollas, Modern Spectroscopy, 4th Ed., Wiley, 2004.

5. J.R. Lakowicz, Principles of Fluorescence Spectroscopy, 3rd Ed., Springer, 2006.

6. P. van der Heide, X-ray Photoelectron Spectroscopy: An Introduction to Principles and Practices, Wiley, 2011.

7. J.A. van Bokhoven, C. Lamberti, X-Ray Absorption and X-Ray Emission Spectroscopy: Theory and Applications, Wiley, 2016.

8. P. Larkin, Infrared and Raman Spectroscopy: Principles and Spectral Interpretation, 2nd Ed., Elsevier, 2017.

9. T. Watson, O.D. Sparkman, Introduction to Mass Spectrometry: Instrumentation, Applications, and Strategies for Data Interpretation, 4th Ed., Wiley, 2007.

10. S. Petrozzi, Practical Instrumental Analysis: Methods, Quality Assurance, and Laboratory Management, Wiley-VCH, 2012.

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 OneNote, 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

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Шелковников Владимир Витальевич, канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, заведующий кафедрой.

Михальченков Марк Васильевич, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, ассистент.