

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

**Методы спектроскопического анализа**  
**Модуль. Спектрофотометрические методы анализа**

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. Слижов

Председатель УМК  
В.В. Шелковников

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.

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-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.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК 1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

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

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 1.4 Готовит объекты исследования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков применения спектрофотометрических методов для качественного и количественного анализа веществ.

– Научиться применять методы подготовки проб и проведения спектрофотометрических измерений, навыки обработки и интерпретации спектрофотометрических данных с использованием современного оборудования и программного обеспечения для решения практических задач профессиональной деятельности.

## **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**

Седьмой семестр, экзамен

#### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия, физическая химия, высокомолекулярные соединения, математический анализ, физика, методы математической статистики в химии.

#### **6. Язык реализации**

Английский

#### **7. Объем дисциплины**

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

- лекции: 24 ч. (Модуль. Спектрофотометрические методы анализа – 12 ч.)

- лабораторные: 32 ч. (Модуль. Спектрофотометрические методы анализа – 16 ч.)

в том числе практическая подготовка: 32 ч. (Модуль. Спектрофотометрические методы анализа – 16 ч.)

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

#### **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

##### **Тема 1. Теоретические основы спектрофотометрии**

Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных молекул. О специфике электронных спектров поглощения различных классов соединений. Характеристика спектрофотометрического метода. Основные законы поглощения: объединенный закон Бугера-Ламберта Бера, закон аддитивности. Причины отклонений от законов поглощения.

##### **Тема 2. Типы фотометрических реакций**

Влияние концентрации реагента на полноту протекания реакций. Расчет оптимальной концентрации реагента. Влияние кислотности на фотометрическую систему. Расчет оптимальной кислотности проведения фотометрической реакции.

##### **Тема 3. Методика проведения спектрофотометрического анализа**

Аппаратура для спектрофотометрического анализа. Однолучевые фотоэлектроколориметры: назначение, технические данные, оптическая схема, принцип измерения. Двухлучевые фотоколориметры: назначение, технические данные, оптическая схема, принцип измерения.

Классификация методов измерения: метод абсолютной спектрофотометрии, методы дифференциальной и полной дифференциальной спектрофотометрии, метод двухволновой спектрофотометрии, метод производной спектрофотометрии.

##### **Тема 4. Методы спектрофотометрического анализа растворов**

Абсолютные и дифференциальные методы определения одного вещества: методы сравнения оптических плотностей, метод определения с использованием среднего молярного коэффициента поглощения, метод постоянного градуировочного графика (графический и аналитический варианты), метод добавок (абсолютный и дифференциальный варианты). Абсолютные и дифференциальные методы определения нескольких веществ в растворе: при частичном перекрытии спектров поглощения (метод Фирордта), при полном перекрытии спектров поглощения (дифференциальный метод анализа двухкомпонентных систем). Спектрофотометрическое титрование.

##### **Тема 5. Изучение равновесий в растворах**

Методы определения состава комплексного соединения: методы изомолярных серий, насыщения, метод сдвига равновесий, метод прямой линии (метод Асмуса). Расчёты

констант устойчивости комплексного соединения методами разбавления Бабко и изомолярных серий. Определение константы диссоциации органических реагентов: графический и расчетный вариант.

**Тема 6.** Метрологические и аналитические характеристики спектрофотометрического анализа

Аналитические характеристики: интервал определяемых содержаний (предел обнаружения и предел определения), чувствительность фотометрических определений, селективность (избирательность), пути повышения чувствительности и селективности. Метрологические характеристики спектрофотометрического анализа: воспроизводимость (сходимость) метода, правильность.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине осуществляется путем контроля посещаемости, тестов по лекционному материалу, сдачи и защиты отчетов по лабораторным работам и фиксируется в форме контрольной точки в семестре.

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 седьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Билет содержит теоретический вопрос и практическое задание, соответствующие компетентностной структуре дисциплины и предполагают ответы в развернутой форме, проверяющие ИОПК 1.1, 1.2, 2.4, 6.1 и ИПК 1.4.

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 «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

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

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Булатов М. И., Калинин И. П. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа / М. И. Булатов, И. П. Калинин. – Л.: Химия, 1986. – 432.

– Марченко З., Бальцежак М., Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе / З. Марченко, М. Бальцежак. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 711 с.

б) дополнительная литература:

– UV-Visible spectrophotometry of water and wastewater / edited by O. Thomas and C. Burgess. - [1st ed.]. - Amsterdam [a. o.]: Elsevier, 2007. - xi, 360 p.: ill. - (Techniques and instrumentation in analytical chemistry ; Vol. 27: )

в) ресурсы сети Интернет:

– Электронный ресурс: интернет-портал химиков-аналитиков. <http://www.anchem.ru/>

### 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 On-eNote, 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.

Лаборатории оснащены вытяжными шкафами и необходимым оборудованием:

1. Аналитические весы;
2. Спектрофотометр UV-1800 фирмы Shimadzu, СФ-56;
3. Измеритель кислотности и удельной проводимости Т-720;
4. Сушильный шкаф, термошейкер, ротатор.

### 15. Информация о разработчиках

Гавриленко Наталия Айратовна, д-р. хим. наук, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, профессор.

Саранчина Надежда Васильевна, канд. хим. наук, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Гавриленко Михаил Алексеевич, д-р. хим. наук, лаборатория химической экологии Национального исследовательского Томского государственного университета, ведущий научный сотрудник.