

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

Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

С. В. Шидловский

Рабочая программа дисциплины

**Физико-химические методы анализа**

по направлению подготовки / специальности

**27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:  
**Управление инновациями в наукоемких технологиях**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**инженер-аналитик/инженер-исследователь**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

О.В. Вусович

Председатель УМК

О.В. Вусович

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК 1 – Способен находить и проектировать технико-технологическое решение на основе «лучших практик»

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК 1.1 Умеет систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и ОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными («лучшие практики»)

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Знать:

- основные теоретические положения, лежащие основе предмета физико-химические

методы (хроматографических, электрохимических, оптических) идентификации и определения веществ;

- природу и сущность явлений, процессов в различных химических системах, лежащих

в основе химических и физико-химических методов анализа;

- специфичность аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах анализа;

Основы физико-химических методов анализа

а) оптических (эмиссионный спектральный анализ, методы атомной и молекулярной

абсорбционной спектроскопии и др.);

б) хроматографических (методы ионообменной хроматографии, газожидкостной хроматографии и др.);

в) электрохимических методов анализа (вольтамперометрических, потенциометрических, электрогравиметрических и др.);

- основные принципы и методы идентификации химических соединений химическими;

и физико-химическими методами;

- основные положения учета погрешностей на всех стадиях выполнения анализа и расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик;

- основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа;

- о выдающихся ученых ТПУ, внесших весомый вклад в развитие химических и ФХМА и создание современных технологий.

Уметь:

- выполнять качественный и количественный анализ химическими и физико-химическими методами на основе измерения величины аналитического сигнала;

- выполнять анализ некоторых промышленных и природных объектов на основе самостоятельного выбора схемы анализа и методики его проведения;

- оформлять результатов анализа с учетом метрологических характеристик.

Владеть:

- навыками работы на различных аналитических установках и приборах;

- навыками приготовления растворов заданной концентрации различными способами;

(по точной навеске, из стандарт-титра, разбавлением);

- навыками измерения аналитического сигнала;

- навыками расчета результатов анализа;

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Модуль по выбору «Химические технологии».

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

Третий семестр, зачет

Четвертый семестр, зачет с оценкой

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Химия, Физика, Теория вероятности и математическая статистика.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

-лекции: 34 ч.

-лабораторные: 64 ч.

в том числе практическая подготовка: 6 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Предмет и задачи физико-химических методов

1.1. Классификация физико-химических методов. 1.2 Чувствительность методов.

1.3. Способы повышения чувствительности. 1.4. Критерии выбора метода.

Тема 2. Погрешности химического анализа.

2.1. Сущность и классификация погрешностей химического анализа. 2.2. Систематические погрешности. 2.3. Случайные погрешности.

Тема 3. Оптические методы исследования.

3.1. Классификация оптических методов. 3.2. Теория колориметрического анализа  
3.3. Следствия и причины отклонения от закона Ламберта. 3.4. Методы расчета концентраций.

Тема 4. Основные приемы фотометрического определения.

4.1. Методы расчета концентраций. 4.2. Основы нефелометрии и турбидиметрии 4.3. Нефелометрический и турбидиметрический метод анализа.

Тема 5. Хроматографические методы анализа

5.1. Сущность и классификация хроматографических методов анализа 5.2. Законы адсорбции.(Изотермы адсорбции) 5.3. Хроматографические параметры. 5.4. Теория теоретических тарелок.

Тема 6. Виды хроматографических методов

6.1. Сущность жидкостной хроматографии 6.2. Адсорбционная хроматография  
6.3. Осадочная хроматография 6.4. Окислительно-восстановительная хроматография

Тема 7. Электрохимические методы.

7.1. Электрохимическая ячейка и ее электрический эквивалент. 7.2. Индикаторный электрод и электрод сравнения. 7.3. Гальванический элемент. 7.4. Электрохимическая ячейка и ее электрический эквивалент.

Тема 8. Потенциометрические методы анализа

8.1. Сущность метода. 8.2. Измерение потенциала. 8.3. Ионометрия.

Тема 9. Классификация электродов.

9.1. Электроды с кристаллическими мембранами. 9.2. Электроды с жесткой матрицей.

9.3. Электроды с подвижными носителями. 9.4. Газочувствительные и ферментные электроды.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнение

лабораторных работ (сдача отчета) 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

10.1 Зачет в третьем семестре выставляется студенту, выполнившему семестровый рабочий план учебных мероприятий по дисциплине и сдавшему все рубежные контрольные мероприятия (РКМ) по дисциплине с оценкой не менее 10 баллов. На зачете не допускается проводить опрос студентов по всему материалу учебной дисциплины; отдельные задания или билеты для зачета не составляются. Исключение могут составлять небольшие по объему элективные или специальные учебные дисциплины, по которым в рабочем плане в течение семестра сдача РКМ не планировалась.

10.2 Зачет с оценкой в четвертом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Особенности и преимущества инструментальных методов анализа по сравнению с классическими химическими методами.
2. Классификация инструментальных методов анализа.
3. Аналитический сигнал, его получение и измерение.
4. Зависимость между аналитическим сигналом и концентрацией определяемого компонента (уравнение связи).
5. Приёмы определения неизвестной концентрации компонента в инструментальных методах анализа: методы градуировочного графика, стандартов, добавок и инструментальное титрование.
6. Сущность кондуктометрических методов анализа: прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.
7. Удельная электрическая проводимость как аналитический сигнал, факторы, влияющие на величину сигнала.
8. Зависимость удельной электрической проводимости от концентрации.
9. Эквивалентная электрическая проводимость, факторы, влияющие на её величину.
10. Измерение аналитического сигнала. Кондуктометрическая ячейка. Современные кондуктометры и кондуктометрические датчики.
11. Прямая кондуктометрия: сущность метода, приёмы нахождения неизвестной концентрации, применение для целей анализа.

Примерный перечень задач

1. Вычислите рН раствора, если ЭДС электрохимической ячейки, составленной из ВЭ ( $P_{H_2} = 1 \text{ атм}$ ) и ХСЭ сравнения ( $E_{ХСЭ} = 0,248 \text{ В}$ ), равна  $0,505 \text{ В}$ .

2. При титровании ионов  $Fe^{2+}$  дихромат-ионами с использованием автоматического титратора выяснилось, что потенциал электрода в конечной точке титрования на  $60 \text{ мВ}$  ниже теоретического значения потенциала в точке эквивалентности. Принимая реальные потенциалы систем  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  и  $Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}$  соответственно  $0,68 \text{ В}$  и  $1,06 \text{ В}$ , оцените погрешность этого титрования (%).

3. Раствор  $Pb^{2+}$  неизвестной концентрации дает диффузионный ток, равный  $5,2 \text{ мкА}$ . К  $100,0 \text{ см}^3$  этого раствора добавили  $5,0 \text{ см}^3$   $0,004 \text{ моль/дм}^3$  раствора  $Pb^{2+}$  и снова зарегистрировали полярограмму. В этом случае сила диффузионного тока составила  $15 \text{ мкА}$ . Вычислите концентрацию ионов свинца в исходном растворе.

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

К зачету допускаются студенты успешно прошедшие текущую аттестацию по дисциплине в течение семестра.

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 электронной образовательной среде LMS «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

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

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

г) Методические указания по выполнению лабораторных работ.

### **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа: Учеб. для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец. – М.: Дрофа, 2002. – 384 с.
2. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа: Учебник для вузов / Под ред. О.М. Петрухина. – М.: Химия, 2001. – 496 с.
3. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: Учеб. для вузов / Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высш. школа, 2000. – 351 с.
4. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа: Учеб. для вузов / Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высш. школа, 2000. – 494 с.
5. Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. Тексты лекций по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» для студентов заочной формы обучения химико-технологических специальностей. – Мн.: БГТУ, 2008. – 117 с.

б) дополнительная литература:

1. Отто М. Современные методы аналитической химии. – М.: Техносфера, 2006. – 545 с.
2. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. – М.: Мир: Бином ЛЗ, 2003. – 592 с.
3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 448

### **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);

### **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, оборудованные необходимыми лабораторными установками для проведения занятий.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

### **15. Информация о разработчиках**

Вусович Ольга Владимировна, кандидат химических наук, кафедра управления инновациями, доцент