

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

Электрохимические методы анализа

по направлению подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки:

**Химические и физические методы исследований в экологической и
криминалистической экспертизе**

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

К.А. Дычко

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

ПК-2 Способен к решению профессиональных производственных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК 1.1 Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий

ИПК 1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов

ИПК 1.3 Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках, применяя взаимодополняющие методы исследования

ИПК 2.1 Анализирует имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производству химической продукции и предлагает технические средства для решения поставленных задач

ИПК 2.2 Производит оценку применимости стандартных и/или предложенных в результате НИР технологических решений на применимость с учетом специфики изучаемых процессов

2. Задачи освоения дисциплины

– Овладеть знаниями, умениями и навыками, необходимыми для успешного выполнения экспертизы электрохимическими методами;

– Научиться применять ЭХМА для решения практических задач профессиональной деятельности.

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 Дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1).

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

Третий семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для изучения и освоения дисциплины «Электрохимические методы анализа» необходимо изучение базовых дисциплин: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Химия биологических объектов», которые формируют необходимые профессиональные компетенции по знаниям основ строения и свойств неорганических и органических соединений, пониманию термодинамических подходов к описанию химических равновесий, принципов качественного и количественного анализа веществ, химических методов определения, а также естественнонаучных дисциплин «Математика», «Физика» и «Информатика».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 12 ч.

-лабораторные: 20 ч.

в том числе практическая подготовка: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Введение. Роль электрохимических методов (ЭХМА) в анализе объектов окружающей среды. Классификации методов. Краткая характеристика электрохимических методов анализа (точность, селективность, экспрессность, чувствительность). Современные направления развития электрохимических методов анализа. Организация электрохимического эксперимента.

Тема 1. Равновесные электрохимические системы. Метод потенциометрии. Равновесные электродные потенциалы. Компенсационный метод измерения потенциала электрохимической ячейки. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Способы определения концентрации в потенциометрии (методы добавок и градуировочного графика). Способы нахождения точки эквивалентности в методе потенциометрического титрования. Классификации электрохимических сенсоров. Характеристики и область применения. потенциометрических сенсоров. Основные принципы их действия. Электроды 1-го, 2-го, 3-го рода. Ионметрия. Сущность метода. Мембранные электроды. Классификация ион-селективных электродов. Электроды с жидкой, твердой мембраной, специальные (газочувствительные и ферментные). Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Уравнение Никольского. Способы оценки коэффициентов селективности. ИСПТ (сенсоры на основе полевых транзисторов). Практическое применение ионметрии. Дифференцированный анализ многокомпонентных систем. Возможности и ограничения потенциометрии.

Тема 2. Метод кондуктометрии. Процессы переноса в растворах электролитов. Электропроводность электролитов. Схема установки для измерения электрической проводимости. Возможности метода, достоинства и недостатки. Кондуктометрические сенсоры. Приборы и техника измерений. Примеры практического использования метода.

Тема 3. Неравновесные электрохимические системы. Методы, основанные на поляризации электродов. Основные положения электрохимической кинетики. Стадии электрохимического процесса, виды перенапряжения. Амперометрия и амперометрическое титрование. Амперометрические сенсоры. Методы, основанные на электролизе: кулонометрия, электрогравиметрия, электроразделение. Электроанализ, законы Фарадея. Дифференцированное определение компонентов в сложных системах.

Тема 4. Метод кулонометрии. Возможности метода, достоинства и недостатки. Устройство кулонометра. Кулонометрия при постоянном потенциале. Кулонометрия при постоянном токе. Приборы, принципы и техника измерений, электроды, электролитические ячейки, способы и основные приемы расчета анализируемых количеств. Примеры применения данного метода в анализе.

Тема 5. Вольтамперометрия. Основные принципы. Классификация вольтамперометрических методов. Индикаторные, рабочие и вспомогательные электроды. Характеристики вольтамперной кривой. Полярография. Уравнение Ильковича. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Приборы, принципы и техника измерений. Возможности метода, достоинства и недостатки

Тема 6. Метод инверсионной вольтамперометрии (ИВ). Его сущность, отличие от метода классической полярографии. Параметрическая теория Стромберга. Аппаратура и разновидности ИВ методов. Электрохимическая ячейка. Аналитический сигнал и помеха. Выбор оптимальных условий метода. Способы оценки концентрации в методе ИВ. Типы рабочих электродов, определяемые ионы и способы концентрирования вещества на электроде. Схема установки для измерения вольтамперных кривых. Примеры практического применения вольтамперометрических методов

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения устного опроса, выполнения индивидуальных заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточный контроль знаний – экзамен, включающий теоретические вопросы и расчётные задания. При этом оценивается уровень сформированности компетенций: ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3, ИПК 2.1, ИПК 2.2.

Оценка за выполнение заданий в билетах к экзамену имеет удельный вес в зависимости от его сложности и трудоёмкости и выражается в баллах. Максимальное количество баллов за все задания – 40 баллов.

Примеры экзаменационных билетов:

Билет № 1

1. Краткая сравнительная характеристика электрохимических методов анализа (точность, селективность, экспрессность, чувствительность). (8баллов)
2. Потенциометрические методы анализа. Основные источники погрешностей в потенциометрии(12баллов).
3. Классификация вольтамперометрических методов. Индикаторные, рабочие и вспомогательные электроды (12 баллов).
4. Вычислить рН раствора, если ЭДС для системы, состоящей из водородного электрода и каломельного (0,1 М) равна 0,624 В при $t = 18^{\circ} \text{C}$ (8баллов.)

Билет № 2

1. Электродные потенциалы. Природа двойного электрического слоя. Уравнение Нернста(8баллов)
2. Полярография. Уравнение Ильковича. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Приборы, принципы и техника измерений. (12баллов)
3. Метод кондуктометрии. Сущность метода и примеры практического использования(12баллов)
4. Вычислить концентрацию ионов цинка, если при ИВ-анализе 20 мл исследуемого раствора был получен пик высотой 22 мм, а после добавления 4 мл стандартного раствора с концентрацией $2 \cdot 10^{-5}$ моль/л высота пика увеличилась до 36 мм(8баллов)

Шкала оценивания компетенций

Количество баллов	Уровень сформированности компетенций	Оценка
36–40 баллов	Компетенции сформированы полностью	отлично
31 – 35 баллов	Компетенции сформированы частично	хорошо
24 – 30 баллов	Компетенции сформированы фрагментарно	удовлетворит.
Менее 24 баллов	Компетенции не сформированы, рекомендуется повторное освоение дисциплины	неудовлетворит.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22099>

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Шольц Ф. Электроаналитические методы / Ф Шольц. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 572 с.
2. Миомандр Ф. Электрохимия / Ф. Миомандр, С. Садки, П. Одебер, Р. Меалле-Рено; пер. с фр. В.Н. Грасевича; пор ред. Ю.Д. Гамбурга, В.А. Сафонова. М.: Техносфера, 2008. – 359 с.
3. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии/ Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. – Долгопрудный: Интеллект, 2013. – 448 с.

б) дополнительная литература:

1. Отто М. Современные методы аналитической химии; пер. с нем. под ред. А.В. Гармаша / М. Отто. – М.: Техносфера, 2008. – 543 с.
2. Харитонов Я.Ю. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные методы анализа) / Я.Ю. Харитонов. – М.:Высшая школа, 2008. – 558 с.
3. Алов Н.В. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 2. / Н.В. Алов, Ю.А. Барбалат, А.Г. Борзенко и др.; под ред. Ю.А. Золотова. М.: Академия, 2012. – 407 с.
4. Баталова В.Н. Электрохимические методы анализа. Учебно-методическое пособие / В.Н. Баталова Томск: [ТГУ], 2008. – 41 с.
5. Шелковников В.В. Электрохимические методы анализа / В.В. Шелковников, В.Н. Баталова, А.Г. Зарубин. Томск: ТГУ, 2011. – 111с.
6. Комптон, Ричард Г. Постигая вольтамперометрию / Ричард Г. Комптон, Крэйг Е. Бэнкс; пер. с англ. Э.А. Захаровой, А.С. Кабакаева; под ред. С.В. Романенко. –Томск: Изд.-во Том. политех. ун-т, 2016. – 508 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Шелковников В. В., Анищенко М. В. Электрохимические методы анализа (мультимедийное учебное пособие). Томск. ИДО ТГУ, 2007. http://ido.tsu.ru/iop_res1/electrohimmetod
2. Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев. [Электронный ресурс]. [http:// lib.tsu.ru](http://lib.tsu.ru)

3. Власов Ю.Г. Химические сенсоры и их системы / Ю.Г. Власов [и др.] // Журнал аналитической химии. – 2010. – Т. 65, N 9. – С. 900–919. <http://lib.tsu.ru>
4. Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.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, оборудованные:

1. Лабораторный комплекс «Электрохимический стенд», кондуктометр, рН-метр-милливольтметр рН-121, РР-15 озонирующее устройство «Озонид», программируемая муфельная печь-плитка типа «ПДП-Аналитика», аналитические весы АДВ-200.
2. Дозаторы для отбора проб, кварцевые стаканчики для пробоподготовки.
3. Ионселективные, индикаторные, вспомогательные, электроды сравнения и др.
4. Лабораторный комплекс «Электрохимический стенд», кондуктометр, рН-метр-милливольтметр рН-121, РР-15 озонирующее устройство «Озонид», программируемая муфельная печь-плитка типа «ПДП-Аналитика», аналитические весы АДВ-200. Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Шумар Светлана Викторовна, канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии, доцент