

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Ракитянская Ирина Леонидовна**

Рабочая программа дисциплины

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Код УМК 78140

Утверждено
Протокол №6
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Электрохимические методы исследований

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **04.05.01** Фундаментальная и прикладная химия
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Электрохимические методы исследований** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.4 Способен обрабатывать, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в профессиональной деятельности с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

Индикаторы

ОПК.4.3 Формулирует заключения и делает выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

ПК.1 Способен планировать и проводить фундаментальные и прикладные работы по сформулированной тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Индикаторы

ПК.1.3 Владеет навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	13
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (13 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Электрохимические методы исследований

Широкий спектр методов, основанных на взаимодействии электрического тока с веществом и интерпретации получаемого при этом аналитического сигнала.

1. Введение. Обзор электрохимических методов.

Вводная лекция, предусматривающая краткий обзор материала, который предполагается изучить.

Введение

Определение электрохимических методов, их отличия и преимущества по сравнению с другими классами методов.

Обзор электрохимических методов

Классификация электрохимических методов исследования по регистрируемому параметру тока.

2. Теоретические основы электрохимических методов исследования

Теоретические основы электрохимических методов исследования, принципиальная возможность использования различных параметров тока для качественного, количественного анализа и определения кинетических и термодинамических характеристик электрохимических процессов. Базовые уравнения.

Теоретические основы электрохимических методов исследования

Теоретические основы электрохимических методов исследования, принципиальная возможность использования различных параметров тока для качественного, количественного анализа и определения кинетических и термодинамических характеристик электрохимических процессов. Базовые уравнения.

3. Потенциометрический метод

Метод основанный на использовании зависимости потенциала электрода от активности ионов в растворе.

Прямая потенциометрия

Прямая потенциометрия и её применение в аналитической химии и физико-химических исследованиях. Ионметрия. Ионселективные электроды, их классификация и принципы работы. Электроды с жёсткой матрицей (стеклянный, фторидселективный, на основе сульфида серебра). Электроды с жидкими мембранами. Газочувствительные датчики. Ферментные электроды.

Потенциометрическое титрование

Потенциометрическое титрование. Преимущества перед прямой потенциометрией и титрованием с визуальной фиксацией точки конца титрования.

Кислотно-основное титрование. Возможность титрования смесей сильных и слабых протолитов.

Окислительно-восстановительное титрование. Осадительное титрование. Комплексонометрическое титрование.

4. Кулонометрия и кулонометрическое титрование

Метод основанный на применении законов Фарадея для анализа растворов электролитов.

Кулонометрия и кулонометрическое титрование

Основы кулонометрического анализа. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрические титрование. Оборудование для метода. Область применения.

5. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование

Неселективный метод, основанный на измерении электропроводности объектов.

Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование

Электропроводность растворов электролитов. Зависимость электропроводности от концентрации сильных и слабых электролитов.

Прямая кондуктометрия. Возможности метода.

Кондуктометрическое титрование. Преимущества перед титрованием с визуальной фиксацией точки конца титрования.

6. Вольтамперометрия и полярография

Метод, позволяющий осуществлять широкий спектр исследований на основании интерпретации зависимостей тока от потенциала.

Базовые принципы вольтамперометрии

Теоретические основы вольтамперометрического анализа. Явление поляризации. Поляризуемые и неполяризуемые электроды.

Оборудование для полярографического анализа и возможности метода

Полярографический анализ: оборудование и условия проведения.

Возможности полярографии, качественный и количественный анализ.

Способы улучшения соотношения фарадеевского и ёмкостного токов

Возможности для улучшения соотношения фарадеевского и ёмкостного токов. Осциллографическая полярография, импульсная полярография, переменного-тока полярография.

Вольтамперометрия на твёрдых электродах

Возможности вольтамперометрии на вращающемся электроде. Амперометрическое титрование.

Циклическая вольтамперометрия, её теоретические основы и возможности для изучения электродных процессов.

7. Импедансные методы исследования

Современный электрохимический метод, позволяющий глубоко понимать природу электродных процессов в системе.

Теоретические основы метода

Теоретические основы метода импедансной спектроскопии

Импеданс основных стадий электрохимического процесса

Элементы эквивалентных электрических схем. Импеданс основных стадий электрохимических процессов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Отто М. Современные методы аналитической химии:[учебник] перевод с немецкого/М. Отто ; ред. А. В. Гармаш.-Москва:Техносфера,2006, ISBN 5-94836-072-5.-416.-Библиогр. в конце глав
2. Основы аналитической химии.учебник для студентов химических специальностей вузов : в 2 кн./Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова; ред. Ю. А. Золотов.- Москва:Высшая школа,2004.Кн. 2.Методы химического анализа/Н. В. Алов [и др.].-2004.-503, ISBN 5-06-004734-2.-Библиогр.: с. 490-493
3. Теория и технология электрохимических методов защиты от коррозии : учебно-методическое пособие / О. В. Ярославцева, В. М. Рудой, Н. И. Останин [и др.] ; под редакцией А. Б. Даринцева. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 96 с. — ISBN 978-5-7996-1754-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/65991.html>
4. Будников Г. К.,Майстренко В. Н.,Вяселев М. Р. Основы современного электрохимического анализа:учебное пособие для студентов вузов/Г. К. Будников, В. Н. Майстренко, М. Р. Вяселев.- Москва:Мир,2003, ISBN 5-03-003471-4.-592.-Библиогр.: с. 587

Дополнительная:

1. Кичигин В. И.,Шерстобитова И. Н.,Шеин А. Б.,Шерстобитова И.Н.,Шеин А.Б. Импеданс электрохимических и коррозионных систем:[учебное пособие по спецкурсу]/В. И. Кичигин, И. Н. Шерстобитова, А. Б. Шеин.-Пермь,2009, ISBN 978-5-7944-1308-3.-238.-Библиогр.: с. 211-238 (328 назв.)

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Электрохимические методы исследований** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; тестирование

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия):

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Лабораторные занятия: «Лаборатория электрохимии и коррозии металлов» и "Лаборатория физических методов исследования", оснащенные специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

4. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

6. Самостоятельная работа: «Лаборатория физической химии», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Электрохимические методы исследований**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.4

Способен обрабатывать, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в профессиональной деятельности с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.4.3 Формулирует заключения и делает выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>Успешное решение задачи для формирования заключения о результатах проведенного исследования.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не способен внятно объяснить предложенные графические результаты исследований.</p> <p align="center">Удовлетворительн По результатам исследования с трудом может понять, какие электрохимические методы были применены, не может грамотно интерпретировать графические и аналитические данные, окончательное заключение оказывается ошибочным.</p> <p align="center">Хорошо По результатам исследования может понять, какие электрохимические методы были применены, может грамотно интерпретировать графические и аналитические данные, сделать окончательное заключение, однако в любом из этих шагов допускает неточности.</p> <p align="center">Отлично По результатам исследования может понять, какие электрохимические методы были применены, может грамотно интерпретировать графические и аналитические данные, сделать окончательное заключение.</p>

ПК.1

Способен планировать и проводить фундаментальные и прикладные работы по сформулированной тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.3</p>	<p>Проведение</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>Владеет навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</p>	<p>потенциометрического, кондуктометрического, кулонометрического, амперометрического исследований, а также исследований методами прямой и циклической вольтамперометрии и импедансной спектроскопии.</p>	<p>Неудовлетворител Не способен выполнить исследование указанными методами.</p> <p>Удовлетворительн Умеет включать прибор в сеть.</p> <p>Хорошо Умеет выбрать оптимальные условия анализа, не интерпретирует результаты правильно.</p> <p>Отлично Умеет выбрать оптимальные условия анализа и правильно интерпретировать его результаты..</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 14/28/0/66 экз

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 42 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 42 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Введение Входное тестирование	1) Знание базовых законов и уравнений электрохимии:- закон Фарадея- уравнение Нернста- уравнение Тафеля- базовое уравнение теории Дебая и Хюккеля2) Умение применять вышеперечисленные законы и уравнения для решения расчётных задач.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1.3 Владеет навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</p> <p>ОПК.4.3 Формулирует заключения и делает выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>Кулонометрия и кулонометрическое титрование</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>1. Два теоретических вопроса раскрывающие: а) знание базовых принципов основных электрохимических методов исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - потенциометрии - кондуктометрии - кулонометрии - амперометрии - прямой и циклической вольтамперометрии - полярографии - импедансной спектроскопии <p>б) знание областей применения данных методов. в) знание возможностей данных методов. г) знание основного оборудования, необходимого для реализации данных методов. д) знание ограничений возможностей данных методов.</p>
<p>ОПК.4.3 Формулирует заключения и делает выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>5. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Соответствие доклада заданной теме. Умение грамотно изложить материал.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1.3 Владеет навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</p> <p>ОПК.4.3 Формулирует заключения и делает выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических исследований с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>7. Импедансные методы исследования</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>1. Отчёты по лабораторным работам по темам:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Определение хлоридов методом кулонометрического титрования - Определение рF методом прямой потенциометрии - Осаждение меди (амперометрия) - Определение содержания цинка методом амперометрического титрования - Исследование электрохимического поведения металла методом ЦВА кривых <p>2. Решение практической задачи по обоснованному выбору метода исследования.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Введение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
10 вопросов с открытым ответом по 2 балла каждый	20

Кулонометрия и кулонометрическое титрование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **12.5**

Показатели оценивания	Баллы
Указание возможного результата исследования (графика или иной информации) (2 вопроса по 4 балла)	8
Приведение базового уравнения метода (2 вопроса по 4 балла)	8
Указание необходимого в данном методе оборудования (2 вопроса по 3 балла)	6
Указание возможностей и областей применения метода (2 вопроса по 3 балла)	6
Указание ограничений метода (4 вопроса по 0,5 балла)	2

5. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Представление печатного экземпляра реферата	10
Представление доклада по теме реферата	10
Ответы на вопросы аудитории	5
Участие в обсуждении других докладов	5

7. Импедансные методы исследования

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Предоставление отчёта по лабораторной работе (5 отчётов)	20
Умение правильно предсказать и интерпретировать полученные результаты	5
Знание ограничений метода	4
Умение правильно и обоснованно выбрать метод анализа.	4
Умение теоретически подобрать оптимальные условия эксперимента	4
Знание альтернативных методов, дающих подобную информацию	3