



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

(подпись)

Патрушева О.В.
(Ф.И.О.)



УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента

(подпись)

Капустина А.А.
(Ф.И.О.)

« 20 » декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретическая электрохимия
Направление подготовки 04.03.01 «Химия»
Химия и химическая инженерия (совместно с АО НЗМУ)
Форма подготовки очная

курс 4 семестр 8
лекции 20 час.
практические занятия не предусмотрены
лабораторные работы 90 час.
всего часов аудиторной нагрузки 110 час.
самостоятельная работа 70 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
зачет не предусмотрен
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **04.03.01 «Химия»** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17 июля 2017 г. № 671

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента химии и материалов Института наукоемких технологий и передовых материалов
протокол № 2 от « 21 » октября 2021 г.

Директор Департамента химии и материалов Капустина А.А.
Составитель: к.х.н., доцент Щитовская Е.В.

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____ А.А. Капустина
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____ А.А. Капустина
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____ А.А. Капустина
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____ А.А. Капустина
(подпись) (И.О. Фамилия)

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель:

Познакомить студентов с основными теоретическими представлениями о строении двойного электрического слоя, адсорбции на электродах, с методами изучения равновесий и скоростей электродных процессов в электрохимических системах.

Задачи:

- знание основных положений электрохимической термодинамики и кинетики, привитие навыков использования электрохимических методов для решения научных и прикладных задач;

- понимание возможности различных электрохимических методов, роли электрохимии в создании принципиально новых видов технологии, в том числе и нанотехнологии, новых источников энергии, борьбы с коррозией в медицинской химии, в получении сверхчистых материалов функционального значения;

- знакомство с аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента, привития навыков интерпретации и грамотной оценки экспериментальных данных, в том числе публикуемых в научной литературе;

Для успешного изучения дисциплины «Теоретическая электрохимия» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- Знание основных разделов неорганической, органической, аналитической и физической химии.

- Умение применять полученные при изучении основных разделов химии знания к объяснению фактов и результатов электрохимических экспериментов.

- Навыки проведения химических опытов и объяснения их результатов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности,	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
		ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР
		ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	поставленных специалистом более высокой квалификации	имеющихся) для решения поставленных задач НИР ПК-1.4 Готовит объекты исследования
технологический	ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, участвовать в оптимизации существующих и разработке новых технологий	ПК-3.1 Планирует отдельные виды работ по проведению испытаний с целью совершенствования существующих технологий
		ПК-3.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных химико-технологических задач
		ПК-3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач
		ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции
технологический	ПК -4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	ПК-4-1 Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства
		ПК-4-2 Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Знает правила планирования отдельных стадий исследования в области электрохимии при наличии общего плана НИР
	Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, при планировании исследований в области электрохимии при наличии общего плана НИР
	Владеет навыками планирования НИР в области электрохимии
ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	Знает основы составления элементов документации, планов научных исследований отдельных этапов НИР в области электрохимии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	Умеет составлять проекты планов и программ НИР в области электрохимии
	Владеет навыками составления проектов, планов и программ отдельных этапов НИР в области электрохимии
ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	Знает основное современное оборудование и приборы, применяемые для исследований в области электрохимии
	Умеет выбирать методики и технические средства решения задач, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить исследования на электрохимических экспериментальных установках
	Владеет техникой проведения экспериментов для проведения запланированных исследований для решения поставленных задач НИР в области электрохимии
ПК-1.4 Готовит объекты исследования	Знает основные методы подготовки материалов, электродов, сенсоров и фотоэлектрокаталиторов для исследований в области электрохимии
	Умеет подготовить материалы для научных электрохимических исследований
	Владеет навыками формирования образцов для научных исследований в области электрохимии
ПК-3.1 Планирует отдельные виды работ по проведению испытаний с целью совершенствования существующих технологий	Знает правила планирования отдельных стадий технических испытаний в области электрохимии при наличии общего плана работ
	Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике при планировании технических испытаний в области электрохимии
	Владеет навыками планирования отдельных стадий работ в области электрохимии
ПК-3.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных химико-технологических задач	Знает основы составления элементов документации, планов научных испытаний отдельных этапов работ в области электрохимии
	Умеет пользоваться справочной литературой по электрохимии для составления планов, проектов отдельных этапов НИОКР для решения химико-технологических задач
	Владеет основами логического, аналитического и графического анализа для подготовки планов и программ отдельных этапов НИОКР в области электрохимии
ПК-3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач	Знает основное современное оборудование и приборы, применяемые для исследований в области электрохимии
	Умеет выбирать методики и средства решения задач, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	их результаты, проводить исследования на экспериментальных установках
	Владеет техникой проведения экспериментов для решения поставленных задач
ПК-3.4 Разрабатывает предложения по совершенствованию технологии производства продукции	Знает основные методы подготовки материалов, электродов, сенсоров и фотоэлектрокатализаторов для проведения НИОКР в области электрохимии
	Умеет получить материалы для электрохимических испытаний продукции
	Владеет навыками подготовки образцов для электрохимических испытаний продукции
ПК -4.1 Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	Знает правила работы на электрохимическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства
	Умеет выполнять стандартные операции на высокотехнологическом электрохимическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства
	Владеет навыками работы на высокотехнологическом электрохимическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства
ПК -4.2 Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знает правила заполнения протоколов испытаний, паспортов химической продукции, отчетов о выполненной работе по заданной форме
	Умеет составлять протоколы электрохимических испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме
	Владеет навыками подготовки документации, протоколов, паспортов электрохимических испытаний химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме

II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц 180 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
----------	---

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Двойной электрический слой, методы его изучения	8	12	48	-	-	18	10	УО-1; УО-2; ПР-1; ПР-6; ПР-5
2	Раздел 2. Кинетика электродных процессов	8	8	42	-	-	25	17	
Итого:			20	90	-	-	43	27	

III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (20 часов)

Раздел 1. Двойной электрический слой, методы его изучения (12 часов)

Лекция 1. Введение. Предмет и структура современной электрохимии, область применения, роль и перспективы ее дальнейшего развития.

Механизм образования и принципы экспериментальных методов изучения двойного электрического слоя (ДЭС). Идеально поляризуемый и неполяризуемый электроды. Адсорбционный метод определения заряда поверхности, потенциала нулевого заряда (2 часа).

Лекция 2. Метод электрокапиллярных кривых. Адсорбционное уравнение Гиббса, поверхностный избыток и поверхностная концентрация. Вывод и проверка общего уравнения электрокапиллярности. I и II уравнения Липпмана, их практическое применение. Зависимость пограничного натяжения от потенциала, состава раствора. Определение потенциала нулевого заряда, заряда электрода, адсорбции молекул и отдельных ионов из электрокапиллярных кривых. Представление о поверхностно-активных и поверхностно-неактивных (индифферентных) ионах. (2 часа).

Лекция 3. Поляризационная емкость, емкость ДЭС и псевдоемкость. Дифференциальная и интегральная емкость. Методика определения емкости ДЭС, импеданс и эквивалентные электрические схемы. Зависимости дифференциальной емкости от потенциала электрода, состава раствора и его

концентрации. Определение заряда поверхности и потенциала нулевого заряда электрода по кривым дифференциальной емкости. (2 часа)

Лекция 4. Модельные теории ДЭС.

Теория конденсированного ДЭС Гельмгольца, ее недостатки. Теория диффузного ДЭС Гуи-Чапмена, основные положения. Основное уравнение. Его опытная проверка. Толщина диффузного ДЭС, зависимость ее от концентрации раствора и температуры. Строение ДЭС, изменение концентрации ионов и потенциала электрода на границе металл/раствор в зависимости от расстояния от поверхности электрода. Рациональная (приведенная) шкала потенциалов.

Теория О. Штерна, зависимость потенциала электрода и концентрации ионов от расстояния от поверхности в случае поверхностно-активного и индифферентного электролита для различного заряда поверхности электрода. Следствия из уравнения Штерна. (2 часа).

Лекция 5. Представления Грэма о строении ДЭС. Внутренняя и внешняя плоскости. Гельмгольца. Изменение потенциала в ДЭС как функция расстояния от поверхности раздела электрод/раствор при специфической адсорбции катионов и анионов в индифферентном электролите на незаряженной, положительно- и отрицательно-заряженной поверхности электрода. Опытная проверка теории (2 часа).

Лекция 6. Особенности строения ДЭС, связанные с дискретным характером специфически адсорбирующихся ионов, экспериментальные проявления эффекта дискретности (эффект Есина-Маркова, характер адсорбции катионов на положительно-заряженной поверхности). Модель ДЭС в присутствии органических веществ (2 часа).

Раздел 2. Кинетика электродных процессов (8 часов)

Лекция 7. Диффузионная кинетика. Механизмы массопереноса: миграция, диффузия, конвекция. Основные уравнения диффузионной кинетики. Стационарная и нестационарная диффузия. Стационарная диффузия при разряде ионов на одноименном металле. Теория конвективной диффузии (2 часа)

Лекция 8. Общая характеристика электродных процессов и понятие лимитирующей стадии. Электродная поляризация, понятие, возможные причины поляризации. Теория замедленного разряда Фольмера-Фрумкина, основное уравнение теории (вывод для реакции разряда - ионизации водорода). Влияние строения ДЭС на скорость разряда и перенапряжения выделения водорода. Общее уравнение поляризационной кривой для реакции разряда - ионизации ионов гидроксония. Ток обмена, понятие, методы определения (2 часа).

Лекция 9. Теория замедленной рекомбинации водородных атомов, ее недостатки. Основное уравнение теории (вывод). Попытки ее дальнейшего развития (2 часа).

Лекция 10. Электрохимическая теория коррозии. Локальные элементы. Пассивация электродов. Адсорбционные и фазовые пассивирующие слои; механизм их влияния на скорость электрохимических процессов. Коррозия пассивирующихся металлов.

Электрохимические реакции с участием органических соединений. Ингибирующее и каталитическое действие адсорбированных молекул. Действие ингибиторов коррозии. Механизм каталитического выделения водорода в присутствии органических соединений. Характерные особенности электровосстановления органических веществ; влияние потенциала электрода и природы металла; роль органических радикалов (2 часа).

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Раздел 1. Лабораторные работы

(90 часов, в том числе с использованием МАО – 18 часов)

Лабораторная работа № 1. Вводная беседа. Инструктаж по технике безопасности. Введение. Электрохимия. Предмет, задачи и методы электрохимии. Электрохимические ячейки и электроды Особенности проведения электрохимического эксперимента. Изучение принципа работы электрохимической аппаратуры. Знакомство с программным обеспечением электрохимического оборудования. Приготовление растворов, их электрохимическая очистка и подготовка электродов (8 час).

Цель занятия: познакомить студентов с лабораторным оборудованием, ознакомить с техникой безопасности, ведение лабораторного журнала.

Метод: Работа в группе.

Ход занятия: Студенты выполняют работу по приведенным в методических указаниях методикам.

Лабораторная работа № 2 Кривые заряжения гладкого платинового электрода (8 час).

Предварительная подготовка электродов для удаления с поверхности электрода случайных загрязнений и поглощенного кислорода, присутствие которого замедляет установление равновесия гладкого платинового электрода. Знакомство с методикой автоматического снятия кривых заряжения на гладких электродах для определения их истинной поверхности.

в том числе с использованием интерактивного метода обучения – моделирование процессов и ситуаций с их обсуждением (6 час)

Лабораторная работа № 3 Кривые заряжения платинированного платинового электрода (8 час).

Платинированный платиновый электрод предварительно очищают путем его катодно-анодно-катодной поляризации. Пока проводится очистка электрода, следует тщательно промыть и собрать ячейку для снятия кривых заряжения. Проведение катодной поляризации электрода и дегазации рабочего пространства ячейки аргоном. По указанию преподавателя снять следующие кривые заряжения:

- 1) анодную и катодную кривые в интервале потенциалов $E_r = 0,03-0,35$ В;
- 2) после возвращения к потенциалу 0,03 В и проверки его стабильности (при разомкнутой цепи) снять анодную кривую в интервале потенциалов 0,03 - 0,75 В. При достижении величины $E_r = 0,75$ В изменить направление тока на катодное и дойти до $E_r = 0,4$ В, переключить ток на анодный и дойти до $E_r = 0,6$ В, опять включить катодный ток и т.д. снимать “пилообразную” кривую заряжения (0,6-0,4 В), отмечая по секундомеру время, за которое происходит изменение потенциала в интервале 0,4-0,6 В и наоборот. Кривые попеременной катодно-анодной поляризации снимают до тех пор, пока $t_k = t_a$ (см. рис.3).
- 3) полную анодную и катодную кривые заряжения в интервале потенциалов $E_r = 0,03 - 1,46$ В.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты самостоятельно, с использованием методических указаний выполняют задание.

Задание на дом: Классификация катионов по различным схемам систематического анализа. Оформление лабораторного журнала.

Лабораторная работа № 4. Определение состояния поверхности различных электродов потенциодинамическим методом (8 час).

Цель занятия: познакомить студентов с потенциодинамическим методом исследования электродов.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Платиновый электрод предварительно очищают путем его катодно-анодно-катодной поляризации, подготавливают ячейку и после установления стационарного потенциала снимают циклическую потенциодинамическую кривую, для чего потенциал изменяют от стационарного значения потенциала в интервале от -0.2 В до +1.45 В, со скоростями (Scan rate) 20, 40, 60 и 80 мВ/с.

Написание программы электрохимического эксперимента для лабораторной работы «Потенциодинамический метод изучения состояния поверхности

электродов» основано на корректировке процедуры Cyclic voltammetry potentiostatic (циклическая развертка по потенциалу).

По водородной области потенциодинамической зависимости рассчитать количество адсорбированных атомов водорода, истинную поверхность электрода и фактор шероховатости.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Лабораторная работа № 5. Электрохимические методы изучения процессов адсорбции органических веществ, механизма реакций электровосстановления и электроокисления, на примере электровосстановления гидразина и электроокисления спиртов (8 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методами электрохимического окисления и восстановления веществ.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Лабораторная работа № 6. Перенапряжение реакции выделения водорода на металлах (платинированном платиновом и медном электродах) (8 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методом поляризационных измерений и интерпретации полученных данных.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: В работе большое внимание должно быть уделено предварительной подготовке электродов, которая необходима не только для удаления с поверхности электрода случайных загрязнений, но и удаления поглощенного кислорода, присутствие которого замедляет установление равновесия. Снимают поляризационные кривые в прямом (катодном) направлении. Для этого измеряют потенциалы при силе катодного тока: $2 \cdot 10^{-5}$, $4 \cdot 10^{-5}$, $6 \cdot 10^{-5}$, $8 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $2 \cdot 10^{-4}$, $4 \cdot 10^{-4}$, $6 \cdot 10^{-4}$, $8 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $2 \cdot 10^{-3}$, $4 \cdot 10^{-3}$, $6 \cdot 10^{-3}$, $8 \cdot 10^{-3}$ при малых скоростях развертки. Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltammetry Galvanostatic). В работе стоит задача задать развертку с такой скоростью (Scan rate), чтобы от $2 \cdot 10^{-5}$ А до $4 \cdot 10^{-5}$ А ток проходил за 3-4 минуты. Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltammetry Galvanostatic). По полученным зависимостям рассчитать коэффициенты уравнения Тафеля.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Лабораторная работа № 7. Перенапряжение реакции выделения водорода на металлах (золотом и серебряном электроде) (8 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методом поляризационных измерений и интерпретации полученных данных.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: В работе большое внимание должно быть уделено предварительной подготовке электродов, которая необходима не только для удаления с поверхности электрода случайных загрязнений, но и удаления поглощенного кислорода, присутствие которого замедляет установление равновесия. Снимают поляризационные кривые в прямом (катодном) направлении. Для этого измеряют потенциалы при силе катодного тока: $2 \cdot 10^{-5}$, $4 \cdot 10^{-5}$, $6 \cdot 10^{-5}$, $8 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $2 \cdot 10^{-4}$, $4 \cdot 10^{-4}$, $6 \cdot 10^{-4}$, $8 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $2 \cdot 10^{-3}$, $4 \cdot 10^{-3}$, $6 \cdot 10^{-3}$, $8 \cdot 10^{-3}$ при малых скоростях развертки. Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltametry Galvanostatic). В работе стоит задача задать развертку с такой скоростью (Scan rate), чтобы от $2 \cdot 10^{-5}$ А до $4 \cdot 10^{-5}$ А ток проходил за 3-4 минуты. Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltametry Galvanostatic). По полученным зависимостям рассчитать коэффициенты уравнения Тафеля.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Лабораторная работа № 8. Измерение электрохимического импеданса (8 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с основными реакциями анионов.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты выполняют работу индивидуально по приведенным в методических указаниях методикам.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Лабораторные работы № 9. Подбор электрохимической ячейки по результатам импедансных измерений (8 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методами подбора электрохимической ячейки. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы. Просмотр полученного импедансного спектра осуществляется с помощью программы ZView подбираем ячейку с использованием программы CorrWare.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах.

Лабораторная работа № 10. Измерение электрохимического импеданса индивидуальных образцов (8 часов).

Цель занятия: научить студентов проводить определение электрохимического импеданса образцов, полученных в ходе выполнения курсовых работ.

Метод: Исследовательский. Работа в группах по заданию.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Задание на дом: Подготовка отчета.

Лабораторная работа № 11. Подбор электрохимической ячейки по результатам импедансных измерений индивидуальных образцов (8 часов).

Цель занятия: научить студентов способам подбора электрохимических ячеек по результатам импедансных измерений индивидуальных образцов.

Метод: Исследовательский. Работа в группах по результатам прошлого занятия.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Заключительное занятие. Презентация докладов по полученным результатам, проведение тестирования (2 часа).

Материалы для выполнения лабораторных работ

Задания для самостоятельной работы

Требования: перед каждой лабораторной работой обучающемуся необходимо изучить Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теоретическая электрохимия». Подготовить план выполнения лабораторных работ.

Курсовая работа

Требования. Задание индивидуальное. Отчет по теме осуществляется в форме курсовой работы (ПР-5). Каждый студент получает свой вариант темы для выполнения курсовой работы.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы	3 часа	Работа на лабораторных занятиях (ПР-6)
2	В течение семестра	Выполнение курсовой работы	13 часов	Доклад и отчет (ПР-5)
3	3 неделя семестра	Подготовка к лабораторной работе	3 часа	УО-1 (собеседование/устный опрос)
4	4-6 неделя семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы Подготовка к сдаче коллоквиума	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос) УО-2 Коллоквиум/устный опрос
5	7-9 неделя семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы Подготовка к сдаче коллоквиума	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос) УО-2 Коллоквиум/устный опрос
6	10-12 неделя семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы Подготовка к сдаче коллоквиума	8 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос) УО-2 Коллоквиум/устный опрос
Всего:			43 часа	
7	В течение семестра	Подготовка к экзамену	27 часов	Экзамен
Итого:			70 часов	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при написании курсовой работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по руб-рикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие вы-воды по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при вы-полнении работы);
- Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Оформление отчета по лабораторной работе

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

Под самостоятельной работой студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к коллоквиумам, индивидуальное написание и защиту реферата.

Для качественного выполнения лабораторных работ каждый студент должен заранее подготовиться к очередной работе. Подготовка складывается из изучения цели, задач и содержания лабораторной работы, повторения теоретического материала, относящегося к работе, и теоретическом

ознакомления со свойствами химических веществ до выполнения работы. Результаты подготовки отражаются студентами в рабочих тетрадях, куда записываются перечень необходимых измерительных приборов и аппаратура, план выполнения лабораторной работы, расчетные формулы и зарисовываются схемы установок, таблицы для записи опытных и расчетных данных. Все записи в рабочих тетрадях как при подготовке к работе, так и в процессе выполнения ее должны вестись аккуратно.

В начале занятия преподаватель путем опроса и ознакомления с записями в рабочих тетрадях проверяет подготовленность каждого студента. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета).

Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.).

Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных.

Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы).

Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Оформление плана-конспекта занятия и отчета по лабораторной работе. План-конспект занятия и отчет по лабораторной работе относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

Критерии оценки самостоятельной работы

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка «Отлично»

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Отчет/ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

- А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

- А), Б - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

- А) Программа не выполнена полностью.
- Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.
- В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

Методические рекомендации для подготовки к коллоквиуму

Коллоквиум является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями. Целью коллоквиума является определение качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании коллоквиума:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Коллоквиум проводится под наблюдением преподавателя. Тема коллоквиума известна и проводится она по сравнительно недавно изученному материалу, в соответствии с перечнем тем и вопросов для подготовки.

Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению работы предшествует инструктаж преподавателя.

Ключевым требованием при подготовке к коллоквиуму выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, чётко и логично излагать свои мысли. Подготовку к коллоквиуму следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью контрольных вопросов и заданий.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 1-й ошибки или неточности.

Методические рекомендации для подготовки курсовой работы

Отчет по теме исследования осуществляется в форме научной работы. Курсовая работа, как оценочное средство, позволяет оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленного вопроса, самостоятельно проводить исследования и анализ, формулировать выводы. Курсовая работа предоставляется в письменном виде. Методические рекомендации по написанию курсовой работы представлены ниже.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«Отлично»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и экспериментальных аспектов изучаемой области. Курсовая работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«Хорошо»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и экспериментальных аспектов изучаемой области. Курсовая работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки. Имеются некоторые замечания по объяснению результатов исследования, неточности в оформлении работы и списка литературы.
«Удовлетворительно»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и экспериментальных аспектов изучаемой области. В курсовой работе допущены существенные ошибки, непоследовательность в изложении материала. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки. Студент умеет обобщать фактический материал, но недостаточно обсужден, выводы не полные. Имеются некоторые замечания по объяснению результатов исследования, неточности в оформлении работы и списка литературы. Не ланы ответы на заданные вопросы при защите курсовой работы.
«Неудовлетворительно»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники.

Подготовка к экзамену

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо

лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование		
				текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Двойной электрический слой, методы его изучения	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Знает правила планирования отдельных стадий исследования в области электрохимии при наличии общего плана НИР	УО-1 собеседование/устный опрос	вопросы к экзамену 1-19	
			Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, при планировании исследований в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа		
			Владеет навыками планирования НИР в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа		
		ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	Знает основы составления элементов документации, планов научных исследований отдельных этапов НИР в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа		вопросы к экзамену 1-19
			Умеет ориентироваться в современной литературе по электрохимии, пользоваться справочной литературой по электрохимии для составления планов, проектов отдельных этапов НИР	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа		
			Владеет основами аналитического, логического и графического анализа составляющих частей фундаментальных разделов электрохимии для планирования отдельных этапов НИР	ПР-6 лабораторная работа; ПР-12 контрольно-расчетная работа		

		ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	Знает основное современное оборудования и приборы, применяемые для исследований в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа; ПР-5 курсовая работа	вопросы к экзамену 1-19
	Умеет выбирать методики и средства решения задач, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты, проводить исследования на экспериментальных установках				
	Владеет техникой проведения экспериментов для проведения запланированных исследований				
		ПК-1.4 Готовит объекты исследования	Знает основные методы подготовки материалов, электродов, сенсоров и фотоэлектродокатализаторов для исследований в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа; ПР-5 курсовая работа	
	Умеет получить материалы для исследования				
	Владеет навыками анализа и систематизации научно-технической информации для формирования образцов				
2	Раздел 2. Кинетика электродных процессов	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Знает правила планирования отдельных стадий исследования в области электрохимии при наличии общего плана НИР	УО-1 собеседование/устный опрос	вопросы к экзамену 20-30
			Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, при планировании исследований в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			Владеет навыками планирования НИР в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
		П -1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	Знает основы составления элементов документации, планов научных исследований отдельных этапов НИР в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	вопросы к экзамену 20-30
				Умеет ориентироваться в современной литературе по электрохимии, пользоваться справочной литературой по электрохимии для составления планов,	

			проектов отдельных этапов НИР		
			Владеет основами аналитического, логического и графического анализа составляющих частей фундаментальных разделов электрохимии для планирования отдельных этапов НИР	ПР-6 лабораторная работа; ПР-12 контрольно-расчетная работа	
		ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	Знает основное современное оборудования и приборы, применяемые для исследований в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа; ПР-5 курсовая работа	вопросы к экзамену 20-30
			Умеет выбирать методики и средства решения задач, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты, проводить исследования на экспериментальных установках		
			Владеет техникой проведения экспериментов для проведения запланированных исследований		
		ПК-1.4 Готовит объекты исследования	Знает основные методы подготовки материалов, электродов, сенсоров и фотоэлектрокатализаторов для исследований в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа; ПР-5 курсовая работа	
			Умеет получить материалы для исследования		
			Владеет навыками анализа и систематизации научно-технической информации для формирования образцов		
3	Раздел 1. Двойной электрический слой, методы его изучения	ПК-3-1 Планирует отдельные стадии технических испытаний при наличии общего плана НИОКР	Знает правила планирования отдельных стадий технических испытаний в области электрохимии при наличии общего плана НИОКР	УО-1 собеседование/устный опрос	вопросы к экзамену 1-19
			Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, при планировании технических испытаний НИОКР в области электрохимии		
			Владеет навыками планирования отдельных стадий НИОКР в области электрохимии		
		ПК-3-2 Готовит элементы документации,	Знает основы составления элементов документации, планов научных испытаний	УО-1 собеседование/устный опрос;	

		проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР	отдельных этапов НИОКР в области электрохимии	ПР-6 лабораторная работа	
			Умеет пользоваться справочной литературой по электрохимии для составления планов, проектов отдельных этапов НИОКР		
			Владеет основами логического, аналитического и графического анализа для подготовки планов и программ отдельных этапов НИОКР в области электрохимии		
	ПК-3-3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	ПК-3-3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	Знает основное современное оборудования и приборы, применяемые для исследований в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос	вопросы к экзамену 1-19
			Умеет выбирать методики и средства решения задач, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты, проводить исследования на экспериментальных установках	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			Владеет техникой проведения экспериментов	ПР-6 лабораторная работа;	
	ПК-3-4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР	ПК-3-4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР	Знает основные методы подготовки материалов, электродов, сенсоров и фотоэлектрокатализаторов для проведения НИОКР в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос	вопросы к экзамену 1-19 Защита курсовой работы
			Умеет получить материалы для исследования	ПР-5 курсовая работа	
			Владеет навыками анализа и систематизации научно-технической информации для подготовки образцов	ПР-5 курсовая работа	
4	Раздел 2. Кинетика электродных процессов	ПК-3-1 Планирует отдельные стадии технических испытаний при наличии общего плана НИОКР	Знает правила планирования отдельных стадий технических испытаний в области электрохимии при наличии общего плана НИОКР	УО-1 собеседование/устный опрос УО-2 коллоквиум	вопросы к экзамену 20-30
			Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, при планировании технических испытаний НИОКР в области электрохимии		
			Владеет навыками планирования отдельных стадий НИОКР в области электрохимии		

		ПК-3-2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР	Знает основы составления элементов документации, планов научных испытаний отдельных этапов НИОКР в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			Умеет пользоваться справочной литературой по электрохимии для составления планов, проектов отдельных этапов НИОКР		
		ПК-3-3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	Знает основное современное оборудования и приборы, применяемые для исследований в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос	вопросы к экзамену 20-30
			Умеет выбирать методики и средства решения задач, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты, проводить исследования на экспериментальных установках	УО-1 собеседование / устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	
			Владеет техникой проведения экспериментов	ПР-6 лабораторная работа;	
		ПК-3-4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР	Знает основные методы подготовки материалов, электродов, сенсоров и фотоэлектрокатализаторов для проведения НИОКР в области электрохимии	УО-1 собеседование/устный опрос	вопросы к экзамену 20-30 Защита курсовой работы
			Умеет получить материалы для исследования	ПР-5 курсовая работа	
			Владеет навыками анализа и систематизации научно-технической информации для подготовки образцов	ПР-5 курсовая работа	
5	Раздел 2. Кинетика электродных процессов	ПК-4-1 Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	Знает правила работы на электрохимическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа; ПР-5 курсовая работа	Защита курсовой работы
			Умеет выполнять стандартные операции на высокотехнологическом электрохимическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной		

			продукции химического производства		
			Владеет навыками работы на высокотехнологическом электрохимическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства		
		ПК-4-2 Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знает правила заполнения протоколов испытаний, паспортов химической продукции, отчетов о выполненной работе по заданной форме	УО-1 собеседование/устный опрос; УО-1 собеседование/устный опрос; ПР-6 лабораторная работа	вопросы к экзамену 20-30
			Умеет составлять протоколы электрохимических испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме		
			Владеет навыками подготовки документации, протоколов, паспортов электрохимических испытаний химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия: учебник для вузов. / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. – М. : Лань, 2015. – 670 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:777369&theme=FEFU>
2. Лукомский, Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии, учебное пособие / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург – Долгопрудный: Интеллект, 2013. – 446с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:719079&theme=FEFU>

Дополнительная литература

1. Дамаскин, Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику: учебное пособие / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий. – М. : Высш. шк., 1983. – 400 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:47391&theme=FEFU>
2. Багоцкий, В.С. Основы электрохимии / В. С. Багоцкий. - М.: Химия, 1988. – 400 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:56171&theme=FEFU>
3. Петрий, О.А. Практикум по электрохимии: учебное пособие для химических специальностей вузов / О.А. Петрий, Б.Б. Дамаскин, Б.И. Подловченко. - М. : Высш. шк., 1991. – 288 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:246523&theme=FEFU>
4. Антропов, Л.И. Теоретическая электрохимия / Л.И. Антропов. – М. : Высш. шк., 1984. – 519 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:249620&theme=FEFU>
5. Феттер, К. Электрохимическая кинетика / К. Феттер. – М. : Химия, 1987. – 856с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:68622&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Платформа электронного обучения Blackboard ДВФУ. https://bb.dvfu.ru/webapps/blackboard/content/listContentEditable.jsp?content_id=159675_1&course_id=4959_1
- Программное обеспечение для работы на электрохимическом оборудовании:
2. «Nova 1.5» для работы на потенциостате-гальваностате AUTOLAB/PGSTAT 302N
 3. «Zplot» для работы на потенциостате-гальваностате «Solartron» 12608W

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронная платформа издательства <http://e.lanbook.com/>
4. Электронная библиотека <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Электронная платформа <http://znanium.com/>
6. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для самостоятельной подготовки по дисциплине «Теоретическая электрохимия», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Лабораторные занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений, освоить методики электрохимических исследований.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче экзамена, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ

и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, п. Аякс, 10, Корпус L, ауд. L 633 (учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Мультимедийное оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт. Парты и стулья.	Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 (аудитория для самостоятельной работы)	Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими	Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

	машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками	
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L656. Учебно-научная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<p>Помещение укомплектовано специализированной лабораторной мебелью (посадочных мест – 10)</p> <p>Оборудование:</p> <p>Доска аудиторная, на кафедре имеется переносной проектор</p> <p>Приборное обеспечение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Электрохимический комплекс нанесения покрытий на материалы ЭХК-02024 (Россия) – 1 шт. - Потенциостат-гальваностат PGU200V-500mA (Германия – 1 шт. - Агрегат теристорный ТП4-500/460ОН-2-УХЛ4 – 1 шт. - Высокочастотная система электрохимического анализа и обработки поверхности материалов Solartron 12608W (Великобритания) – 1 шт. - Комплекс для исследований и электрохимических и технологических процессов в материалах AUTOLAB 302N (Великобритания) – 1 шт. - Потенциостат-гальваностат PGU1000V-1A-E (Германия) – 2 шт.шт. - УФ-лампа «Labino Duo UV S135 Midlight» ($\lambda = 365$ нм). - Мешалка магнитная ММ-5 – 3 шт. - Весы аналитические WA-33 (200g). - Спектрометр Shimadzu UV 2600-1 шт.; - Потенциостат П-5827 – 1 шт. - Потенциостат П-5827М – 1 шт. - Потенциостат П-5848 – 1 шт. 	<p>Программное обеспечение для работы на электрохимическом оборудовании:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. «Nova 1.5» для работы на потенциостате-гальваностате AUTOLAB/PGSTAT 302N 2. «Zplot» для работы на потенциостате-гальваностате «Solartron» 12608W

Данное лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее доступно для студентов.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы

пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Теоретическая электрохимия» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
2. Коллоквиум (УО-2)

Письменные работы:

1. Тест (ПР-2)
2. Лабораторная работа (ПР-6)
3. Курсовая работа (ПР-5)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Коллоквиум (УО-2) – одна из форм проведения учебных занятий в вузе для проверки самостоятельной работы обучающегося. Его основная цель – промежуточный контроль знаний студентов по окончании изучения крупных тематических разделов. Проверка качества усвоения пройденного материала. Проводится как групповое обсуждение изучаемых вопросов и высказывание различных точек зрения, аргументированных с помощью знаний, полученных на занятиях.

Источник: <https://edunews.ru/students/pervokursniku/kollokviumy-v-vuzah.html>

© edunews.ru

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Курсовая работа (ПР-5) – исследовательская работа, имеющая нестандартное решение и позволяющее применить полученные знания диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения, провести поиск и исследование темы. Работа рассчитана на инициативу студента. В результате работы студент делает отчёт в виде курсовой.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теоретическая электрохимия» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен 8-й семестр. Экзамен по дисциплине включает ответы на два вопроса разделов дисциплины: один из вопросов по строению двойного электрического слоя, второй – электрохимическая кинетика. Учитываются результаты тестирования и сдачи коллоквиумов и защиты курсовой работы.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой.

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по

учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

В зачетную книжку студента вносится только запись положительной оценки, запись «неудовлетворительно» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к экзамену

1. Двойной электрический слой (ДЭС). Основные процессы, приводящие к образованию ДЭС на границе металл-раствор.

2. Адсорбция (понятие), электростатическая и специфическая адсорбция; адсорбция по Ленгмюру, гиббсовская адсорбция; поверхностная концентрация и поверхностный избыток.

3. Идеально-поляризуемый и идеально-неполяризуемый электроды, применение в электрохимии.

4. Потенциал нулевого заряда. Методы определения потенциала нулевого заряда.

5. “Приведенный” потенциал (по Л.И.Антропову), его практическое применение.

6. Электрокапиллярная кривая, кривая заряжения, поляризационная кривая.

7. Поверхностное (пограничное) натяжение. Факторы, влияющие на пограничное натяжение на границе ртуть-раствор.

8. Представление о поверхностно-активных (ПА) и поверхностно-неактивных ионах. Зависимость гиббсовской адсорбции катионов и анионов от потенциала электрода (индифферентный и ПА-электролит).

9. Электрокапиллярные кривые и кривые дифференциальной емкости в присутствии органических веществ.

10. Основное уравнение электрокапиллярности (вывод и анализ).

11. Поляризационная емкость электрода, емкость ДЭС, псевдоемкость. Методика измерения емкости ДЭС.

12. I и II уравнения Липпмана, применение в электрохимии.

13. Дифференциальная и интегральная емкость ДЭС, соотношение между ними.

14. Ток заряжения и фарадеевский ток.

15. Модельные теории ДЭС (Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна). Изменение концентрации ионов и потенциала электрода на границе металл-

раствор в зависимости от расстояния от поверхности (для индифферентного и ПА-электролиза на незаряженной и положительно заряженной поверхности).

16. Представление Грэма о строении ДЭС. Внутренняя и внешняя плоскости Гельмгольца.

17. Плотный и диффузный ДЭС. Факторы, влияющие на толщину плотного и диффузного ДЭС.

18. Особенности строения ДЭС, связанных дискретным характером специфически адсорбирующихся ионов. Экспериментальное проявление эффекта дискретности.

19. Модель ДЭС в присутствии органических веществ.

20. Поляризация, перенапряжение, причины.

21. Теория замедленного разряда. Вывод основного уравнения (А.Н. Фрумкин).

22. Влияние строения ДЭС на скорость разряда и перенапряжение выделения водорода.

23. Общее уравнение поляризационной кривой для реакции разряда ионизации ионов гидроксония.

24. Ток обмена, экспериментальное определение.

25. Механизмы массопереноса: диффузия, миграция, конвекция. Основное уравнение диффузионной кинетики.

26. Стационарная и нестационарная диффузия.

27. Диффузионный слой, пограничный слой (Прандтля).

28. Общие меры электробезопасности. Индивидуальные защитные средства. Условия пожарной безопасности в электротехнических устройствах.

29. Статическое электричество и меры борьбы с ним. Защита от статического электричества.

30. Электрохимические приборы и правила работы с ними (потенциостаты/гальваностаты).

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации не менее, чем на 85%.

Оценка	Требования
«Отлично»	1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий. 2. Материал понят и изучен. 3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком. 4. Ответ самостоятельный
«Хорошо»	1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично". 5. Допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.
«Удовлетворительно»	1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов). 2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.
«Неудовлетворительно»	1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала. 2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

Оценка виды оценочных средств	«не удовлетвори- тельно»	«удовлетвори- тельно»	«хорошо»	«отлично»
Знания	Отсутствие знаний, искажает смысл текста	Фрагментарные знания, допускает ошибки в ответе	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические, широкие знания предмета
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение применить полученные знания на практике	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применить полученные знания на практике (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение применить полученные знания на практике
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков применения полученных знаний на практике	В целом, сформированные навыки, но используемые не в активной форме при решении задач	Сформированные навыки применяемые при решении задач

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, коллоквиум, лабораторных работ, тестирования, курсовой работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Тематика курсовых работ

1. Исследование электрокаталитических свойств ОРТА, модифицированных оксидами переходных металлов.
2. Исследование электрохимических свойств углеродных волокон, модифицированных соединениями железа, в области заряжения ДЭС.
3. Формирование методом плазменно-электролитического оксидирования покрытий на титане, содержащих соединения циркония, марганца, никеля, кобальта и меди.
4. Формирование и исследование нанотубулярных покрытий, полученных анодным оксидированием Ti.
5. Электрохимическое формирование магнитных нанопроволок в упорядоченных матрицах Al_2O_3 , полученных анодным оксидированием.
6. Плазменно-электролитическое формирование медь содержащих оксидных покрытий на Ti;
7. Исследование электрохимических свойств углеродного волокна, модифицированного соединениями железа в растворах электролита с добавлением фенола;
8. Формирование полимерных пленок на основе акриламида, методом электрополимеризации.
9. Состав и каталитическая активность оксидных покрытий на титане, содержащих соединения циркония, марганца, никеля, кобальта, меди.

10. Индикаторные свойства плазменно-электролитических слоев на титане в кислотном-основном титровании и прямой потенциометрии.

Критерии оценки курсовых работ

Оценка	2 балла (неудовлетворительно)	3 балла (удовлетворительно)	4 балла (хорошо)	5 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие Проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины. Отсутствует иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, рисунков и схем	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина. Иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, рисунков и схем недостаточен	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов. Представлен иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, рисунков и схем	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов. Представлен самостоятельно сделанный иллюстративный материал в виде блок-диаграмм, рисунков и схем
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Вопросы коллоквиумов

Коллоквиум № 1 Двойной электрический слой (ДЭС). Различные случаи его образования на межфазной границе металл-раствор. Адсорбционный метод изучения строения ДЭС.

1. Какие явления связаны с образованием границы раздела фаз?
2. Что означает термин “адсорбция”? Укажите причины положительной и отрицательной адсорбции.
3. Напишите фундаментальное уравнение Гиббса для межфазного поверхностного слоя в случае постоянства температуры и давления. Дайте определение величин, входящих в него.
4. Есть ли принципиальное различие в понятиях “поверхностный избыток” и “поверхностная концентрация”?
5. Можно ли определить поверхностную концентрацию компонентов? Каковы пути описания связи поверхностной концентрации с объемной?
6. Что является причиной возникновения скачка потенциалов на границе раздела фаз?
7. Какие основные процессы, происходящие на границе металл/раствор, приводят к образованию двойного электрического слоя? Укажите, где локализуется и от чего зависит скачок потенциала в каждом из рассмотренных случаев.
8. Какие заряженные частицы могут принимать участие в обмене между фазами при установлении равновесия на межфазной границе?
9. Чем термодинамически обусловлено образование заряда на поверхности металла, опущенного в раствор соли этого металла?
10. Может ли отсутствовать заряд на поверхности металла, опущенного в раствор своей соли?
11. Какой электрод называется идеально поляризуемым? Каково его применение в электрохимии?
12. Какие электроды называются идеально неполяризуемыми? Какое применение они находят?
13. Можно ли непосредственно экспериментальным путем доказать образование двойного электрического слоя на границе раздела металл / раствор?
14. Какой потенциал носит название потенциала нулевого заряда? От чего он зависит?
15. Какой потенциал носит название “приведенного” потенциала?
16. Чем определяется знак потенциала электрода в “приведенной” шкале? Когда удобно ею пользоваться?
17. Какие сведения о структуре двойного электрического слоя и каким образом можно получить с помощью адсорбционного метода?

Коллоквиум № 2 Методы электрокапиллярных кривых и зависимости дифференциальной емкости от потенциала.

1. Какое термодинамическое соотношение носит название основного уравнения электрокапиллярности?
2. Зависит ли потенциал нулевого заряда и максимальное значение пограничного натяжения от природы и концентрации электролита?
3. От чего зависит величина пограничного натяжения в системе ртуть - раствор электролита?
4. Объясните, почему пограничное натяжение ртути (σ) в инактивном электролите зависит от потенциала электрода. Нарисуйте график типичной зависимости σ от потенциала.
5. Как зависит пограничное натяжение от концентрации поверхностно неактивного 1,1-валентного электролита?
6. Сформулируйте критерии, позволяющие провести индикацию поверхностной инактивности ионов электролита.
7. Каково влияние поверхностно активного электролита на изменение формы электрокапиллярной кривой? Какова природа этого изменения?
8. Возможна ли адсорбция поверхностно-инактивных катионов на положительно заряженной поверхности электрода?
9. Как на основании экспериментальных данных можно определить плотность заряда электрода и потенциал нулевого заряда?
10. Напишите I и II уравнения Липпмана. Какое применение в электрохимии они находят?
11. Какие сведения о двойном электрическом слое можно получить из электрокапиллярной кривой?
12. Возможна ли экспериментальная проверка I уравнения Липпмана?
13. Как определить гиббсовскую адсорбцию отдельных ионов поверхностно-неактивного электролита из электрокапиллярных измерений?
14. Представьте графически и объясните зависимость адсорбции катионов и анионов от потенциала в разбавленных эквимольных растворах KF, KCl и KJ. Каково соотношение между значениями потенциалов нулевого заряда в этих электролитах?
15. Каким образом из электрокапиллярных кривых ртутного электрода рассчитывают специфическую адсорбцию ионов?
16. Нарисуйте на одном графике электрокапиллярные кривые ртутного электрода в растворах следующих электролитов: NaF, NaJ, $\text{NaF} + \text{TiNO}_3$, $\text{NaF} + (\text{C}_3\text{H}_7)_4\text{N}^+$.
17. За счет каких сил происходит специфическая адсорбция ионов? Приведите примеры катионов и анионов, способных к специфической адсорбции на поверхности ртути.
18. Какие электролиты называются поверхностно неактивными?
19. Как из зависимости пограничного натяжения от потенциала определяется адсорбция поверхностно-активных органических веществ?

20. Что собой представляет поверхностный избыток, найденный из результатов электрокапиллярных измерений с помощью уравнения Гиббса?
21. Как влияет специфическая адсорбция органических молекул на пограничное натяжение ртути в растворе сильного электролита?

Коллоквиум № 3 *Емкость двойного электрического слоя*

1. От чего зависит электрическая емкость межфазной границы металл/раствор?
2. В чем различие дифференциальной и интегральной емкости двойного электрического слоя (ДЭС)? Выведите соотношение между ними. Какую из этих величин и почему используют для изучения строения границы?
3. Что называется током заряжения?
4. Какое различие между поляризационной емкостью электрода, псевдоемкостью и емкостью ДЭС?
5. Покажите, при каких условиях эквивалентную электрическую схему измерительной электрохимической ячейки можно представить в виде последовательного соединения емкости двойного слоя на исследуемом электроде и сопротивления раствора?
6. Какую информацию о строении ДЭС можно получить из кривых дифференциальной емкости?
7. Объясните влияние потенциала и концентрации электролита на дифференциальную емкость.
8. Как из зависимости дифференциальной емкости от потенциала определяется потенциал нулевого заряда?
9. Каким образом из кривых дифференциальной емкости можно определить плотность заряда электрода и работу обратимого образования единицы поверхности? Какие экспериментальные данные для этого необходимы?
10. Почему потенциал минимума на кривой дифференциальной емкости не совпадает с потенциалом нулевого заряда в присутствии специфически адсорбирующихся ионов?
11. Правильно ли утверждение, что потенциал минимума на C, E -кривых соответствует потенциалу нулевого заряда?
12. Как влияет адсорбция органических веществ на емкость двойного электрического слоя? Каковы особенности кривых дифференциальной емкости в присутствии поверхностно-активных веществ?
13. Каким образом рассчитывается адсорбция поверхностно-активных органических веществ из кривых зависимости дифференциальной емкости от потенциала?
14. Какими экспериментальными методами может быть определена емкость ДЭС? В чем преимущества метода кривых дифференциальной емкости по сравнению с методом электрокапиллярных кривых?

Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке

I. устных ответов коллоквиума

Отметка "Отлично"

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

Отметка "Хорошо"

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

II. Письменные работы

1. Тест (ПР-1) (Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося) – Фонд тестовых заданий.
2. Лабораторная работа (ПР-6). (Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу).

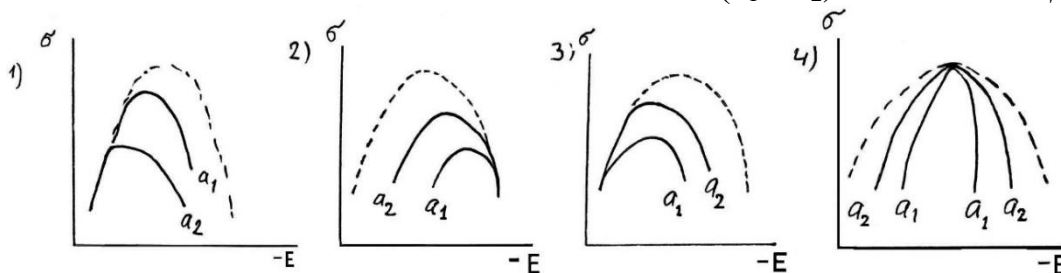
Тестовые задания для текущей проверки (ПР-1)

УКАЖИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА

1. СПЕЦИФИЧЕСКАЯ АДСОРБЦИЯ ИОНОВ НА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЕ МЕТАЛЛ/РАСТВОР ПРОИСХОДИТ ЗА СЧЕТ СИЛ
 - 1) Ван-дер-Ваальса
 - 2) кулоновских

- 3) химических
 - 4) химических и Ван-дер-Ваальса
2. ЗНАК ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРОДА ПО РАЦИОНАЛЬНОЙ (ПРИВЕДЕННОЙ) ШКАЛЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ЗНАКОМ
- 1) заряда специфически адсорбирующихся ионов
 - 2) Ψ^1 - потенциала
 - 3) заряда электрода
 - 4) заряда ионов в двойном электрическом слое
3. ЭЛЕКТРОД, НА КОТОРОМ ОТСУТСТВУЕТ ОБМЕН ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЗАРЯДАМИ МЕЖДУ ФАЗАМИ, НАЗЫВАЕТСЯ
- обратимым
- 1) необратимым
 - 2) идеально-поляризуемым
 - 3) идеально-неполяризуемым
4. ПОТЕНЦИАЛ, СООТВЕТСТВУЮЩИЙ МАКСИМУМУ ЭЛЕКТРОКАПИЛЛЯРНОЙ КРИВОЙ, ОТВЕЧАЕТ ПОТЕНЦИАЛУ НУЛЕВОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОДА В ЭЛЕКТРОЛИТЕ
- 1) индифферентном
 - 2) поверхностно-активном
 - 3) любом
 - 4) симметричном
5. ЭЛЕКТРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, ПРИ КОТОРОМ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА НЕТ СВОБОДНЫХ ЗАРЯДОВ, НАЗЫВАЕТСЯ ПОТЕНЦИАЛОМ
- 1) стандартным
 - 2) стационарным
 - 3) нулевого заряда
 - 4) приведенны
6. ЕСЛИ КОНЦЕНТРАЦИЯ ЧАСТИЦ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ПО МЕРЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ К ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ФАЗ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ, ТО АДСОРБЦИЯ НАЗЫВАЕТСЯ
- 1) электростатической
 - 2) специфической
 - 3) положительной
 - 4) отрицательной
7. ГИББСОВСКАЯ АДСОРБЦИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ВЕЛИЧИНОЙ
- 1) всегда положительной

- 2) всегда отрицательной
 3) как положительной, так и отрицательной
8. ПРИЧИНОЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СКАЧКА ПОТЕНЦИАЛА НА ГРАНИЦЕ МЕТАЛЛ/РАСТВОР ЭЛЕКТРОЛИТА ЯВЛЯЕТСЯ
- 1) образование диффузионного слоя
 - 2) образование двойного электрического слоя
 - 3) омическое падение напряжения в растворе
 - 4) различная подвижность катионов и анионов электролита
9. ОБРАЗОВАНИЕ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ НА ГРАНИЦЕ РТУТЬ/РАСТВОР ФТОРИДА НАТРИЯ ПРИ БОЛЬШОМ ПОЛОЖИТЕЛЬНО ЗАРЯДЕ ЭЛЕКТРОДА ПРОИСХОДИТ ЗА СЧЕТ электростатической адсорбции анионов
- 1) специфической адсорбции анионов
 - 2) специфической адсорбции катионов
 - 3) электростатической адсорбции катионов
10. ГРАФИКИ ЗАВИСИМОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РТУТИ ОТ ПОТЕНЦИАЛА В РАСТВОРАХ NaF + Tl⁺ С РАЗЛИЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ КАТИОНОВ ТАЛЛИЯ ($a_1 < a_2$) ИМЕЮТ ВИД



Правильный ответ: _____

Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент правильно ответил на 65 % и более вопросов
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, правильный ответ менее, чем на 65 % вопросов

Вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа 1. Вводное занятие

1. Электрохимические ячейки и электроды.
2. Особенности проведения электрохимического эксперимента.

3. Принцип работы электрохимической аппаратуры.
4. Приготовление растворов и электродов.

Лабораторная работа 2. Метод кривых заряжения

1. Что представляет собой кривая заряжения? Для чего она снимается?
Методы снятия кривой заряжения.

2. Адсорбция атомов водорода и кислорода на платиновом электроде. Свойства адсорбированных атомов H и O. Логарифмическая изотерма адсорбции атомов водорода, ее теоретическое обоснование.

3. Поляризационная емкость платинового электрода. Расчет емкости двойного электрического слоя из «водородной области» кривой заряжения.

4. Представление о полном и свободном заряде поверхности.

5. Влияние материала электрода и состава электролита на форму кривой заряжения.

Лабораторная работа 3. Определение состояния поверхности различных электродов потенциодинамическим методом

1. Можно ли непосредственно экспериментальным путем доказать образование двойного электрического слоя на границе раздела металл / раствор?

2. Какой потенциал носит название потенциала нулевого заряда? От чего он зависит?

3. Какой потенциал носит название “приведенного” потенциала?

4. Чем определяется знак потенциала электрода в “приведенной” шкале? Когда удобно ею пользоваться?

5. Какие сведения о структуре двойного электрического слоя и каким образом можно получить с помощью адсорбционного метода?

Лабораторная работа 4. Электрохимические методы изучения процессов адсорбции органических веществ, механизма реакций электровосстановления и электроокисления

1. Какие явления связаны с образованием границы раздела фаз?

2. Что означает термин “адсорбция”? Укажите причины положительной и отрицательной адсорбции.

3. Напишите фундаментальное уравнение Гиббса для межфазного поверхностного слоя в случае постоянства температуры и давления. Дайте определение величин, входящих в него.

4. Есть ли принципиальное различие в понятиях “поверхностный избыток” и “поверхностная концентрация”?

5. Можно ли определить поверхностную концентрацию компонентов? Каковы пути описания связи поверхностной концентрации с объемной?

6. Какие сведения о структуре двойного электрического слоя и каким образом можно получить с помощью адсорбционного метода?

Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.