

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра химии**

СОГЛАСОВАНА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

И.о. декана химико-биологического

\_\_\_\_\_ профессор Саламов А.М.

факультета \_\_\_\_\_ М.К.Дакиева

« 22 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2024 г.

« 23 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ  
ЭЛЕКТРОХИМИИ**

**Факультет:** химико-биологический

**Направление подготовки /специальность:** 04.04.01 Химия

**Направленность (профиль) подготовки:** «Физическая химия»

**Программа подготовки:** магистратура

**Квалификация (степень) выпускника:** Магистр

**Форма обучения:** очная

**МАГАС  
2024**

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью изучения дисциплины «Теоретические основы современной электрохимии» является:** формирование и развитие у магистрантов знаний и умений, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области электрохимии на основе углубленного изучения теории системных исследований по общим закономерностям термодинамики и кинетики электродных процессов, свойств растворов электролитов, развитие на основе теоретических знаний навыков практической работы в областях электрохимических производств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теоретические основы современной электрохимии» относится к Блоку 1, к части, формируемой участниками образовательных отношений; изучается в 4 семестре. Для ее изучения необходимы базовые знания курсов педагогики, методики преподавания химии, неорганической химии, органической химии, физической химии.

**Таблица 2.1.**

**Связь дисциплины «Теоретические основы современной электрохимии» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Теоретические основы современной электрохимии»	Семестр
Б1.В.07	Компьютерные технологии в науке и образовании	1
Б1.В.ДВ.05.01	Особенности анализа важнейших объектов окружающей среды.	1
Б1.О.03	Актуальные задачи современной химии	1
Б1.В.06	Философские проблемы естествознания	1

**Таблица 2.2.**

**Связь дисциплины «Теоретические основы современной электрохимии» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Методика преподавания химии»	Семестр
----------------	--	---------

Б1.В.01	Современные проблемы физической химии	3
Б1.В.02	История и методология химии	3

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**Знать:**

- источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) по электрохимии и химическим источникам тока;
- определение, понятие термодинамически обратимых электрохимических систем;
- ионные равновесия в растворах электролитов кислот, оснований и солей из констант кислотности (основности) и произведений растворимости;
- неравновесные явления и электродное равновесие в химических и электрохимических системах.

**Уметь:**

- собирать и анализировать исходные данные для расчёта химического источника тока с использованием современных методов поиска и обработки информации производства автономных энергетических систем и их элементов;
- проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты с привлечением соответствующего математического аппарата

**Владеть:**

- методами расчета количества образующихся веществ;
- методами постановки эксперимента;
- математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

- а) универсальных (УК) – УК-2
- б) профессиональных (ПК) - ПК-3.

**Таблица 3.1.**

**Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины «Теоретические основы современной электрохимии», с временными этапами освоения ее содержания**

Коды компетенций (ФГОС)	Компетенция	Семестр изучения
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	4
ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работы выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	4

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	4 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия	128	128
Лекции	64	64
Практические занятия	64	64
Самостоятельная работа магистров	52	52

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 5.1.

##### Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля успеваем
-------	-------------------	---------	--	--	----------------------------------

				Лекции	Практи- ческие занятия	СРС	ости (по неделям семестра)  Форма промежу точного контроля
1.	Равновесные и неравновесные свойства электролитов	4		12	12	10	Контроль ная работа № 1
2.	Основы термодинамики гетерогенных электрохимических систем	4		12	12	10	
3.	Двойной электрический слой и явления адсорбции на межфазных границах	4		14	14	10	Контроль ная работа № 2
4.	Кинетика электродных процессов	4		12	12	10	
5.	Электрохимические производства	4		14	14	12	Тест
	<b>Итого:</b>			<b>64</b>	<b>64</b>	<b>52</b>	

**Таблица 5.2.**

**Конкретизация результатов освоения дисциплины**

***УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла***

<b>Знать:</b> основные жизненного цикла научного проекта в области химии	<b>Уметь:</b> планировать необходимые ресурсы (временные, ситуационные) с учетом их заменяемости	<b>Владеть:</b> методикой формулирования цели и задач обоснования актуальности, значимости, ожидаемых результатов и возможных сферы их применения
<b>ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работы выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук</b>		
<b>Знать:</b> методы планирования и организации работы коллектива в рамках научных и научно-технических проектов по физической химии	<b>Уметь:</b> оценивать результаты НИР и НОКР, перспективы их практического применения в различных областях физической химии	<b>Владеть:</b> методами решения проблем физической химии на основе современных концепций естествознания

## Содержание дисциплины «Теоретические основы современной электрохимии»

### Тема 1. Равновесные и неравновесные свойства электролитов

Ион-дипольное взаимодействие и причины устойчивости ионных систем. Термодинамические и модельные методы расчета энергии сольватации. Химическая и реальная энергии сольватации. Энтропия сольватации ионов. Динамическая теория сольватации и понятие об отрицательной гидратации. Термодинамика растворов электролитов. Коэффициенты активности ионов и методы их определения. Равновесия в растворах электролитов. Методы определения констант равновесия. Теория кислот и оснований. Виды ион-ионного взаимодействия в растворах электролитов, ассоциация ионов. Вывод уравнений теории Дебая-Хюккеля для потенциала ионной атмосферы и для коэффициента активности. Применение теории Дебая-Хюккеля к растворам сильных и слабых электролитов. Современное состояние теории растворов электролитов. Типы растворителей и их свойства. Корреляционные подходы к сравнению свойств растворителей. Спектроскопические методы исследования растворов электролитов. Состояние ионов в растворе. Неравновесные явления в растворах электролитов: диффузия, миграция и ионные реакции. Уравнения Нернста-Эйнштейна и Нернста-Планка. Диффузионный потенциал. Понятие удельной и эквивалентной электропроводности. Закон Кольрауша. Числа переноса и методы их определения. Подвижности отдельных ионов, их определение и зависимость от ионного радиуса, концентрации электролита и от температуры раствора. Аномальная подвижность. Влияние вязкости среды на транспортные явления в растворах. Интерпретация явлений электропроводности с точки зрения теории Дебая-Хюккеля (электрофоретический и релаксационный эффекты; уравнение Онзагера; эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена).

## **Тема 2. Основы термодинамики гетерогенных электрохимических систем**

Понятие об электрохимическом потенциале. Условие электрохимического равновесия на отдельной межфазной границе и в электрохимической цепи. Скачки потенциала на границах раздела фаз; разности потенциалов Гальвани и Вольта. Понятие электродного потенциала; стандартный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Концепция электронного равновесия на границе электрод/раствор. Взаимные превращения химической и электрической энергии в электрохимической системе. Термодинамика гальванического элемента; уравнение Гиббса-Гельмгольца. Методы определения коэффициентов активности, констант равновесия ионных реакций и чисел переноса на основе измерений электродвижущих сил.

## **Тема 3. Двойной электрический слой и явления адсорбции на межфазных границах**

Механизм образования и принципы экспериментальных методов изучения двойного электрического слоя. Электрокапиллярные явления на жидких и твердых электродах. Поверхностный избыток, адсорбционное уравнение Гиббса. Вывод и проверка общего уравнения электрокапиллярности. Зависимость пограничного натяжения от потенциала, состава раствора, температуры и природы металла. Понятие о полном и свободном заряде электрода. Потенциалы нулевого свободного и нулевого полного заряда; методы их определения. Термодинамическая теория поверхностных явлений на металлах, адсорбирующих водород и кислород. Проблемы Вольта и абсолютного скачка потенциала. Импеданс электрода и эквивалентные электрохимические схемы. Емкость двойного электрического слоя; ее зависимость от потенциала электрода, состава раствора и его концентрации. Роль металлической обкладки в строении двойного электрического слоя. Методы изучения двойного слоя на металлах группы платины: адсорбционный метод, методы кривых заряжения, вольтамперометрии, изоэлектрических сдвигов потенциала, радиоактивных индикаторов. Оптические и рентгеновские методы изучения границы раздела электрод-раствор. Физические методы *ex situ*. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия и другие зондовые методы. Сканирующая электрохимическая микроскопия. Двойной слой на границе раствор/воздух. Модельные теории двойного слоя. Вывод уравнений для заряда электрода в теориях Гуи-Чапмена, Штерна и Грэма. Эффект Есина-Маркова. Явление частичного переноса заряда при адсорбции ионов. Гидрофильность поверхности. Методы изучения теории обратимой адсорбции органических соединений на электродах. Двумерные фазовые слои и фазовые переходы в поверхностных слоях. Методы изучения и характерные особенности адсорбции органических веществ на металлах платиновой группы. Строение двойного слоя на оксидных и полупроводниковых электродах. Двойной электрический слой на границе электрод/расплав и электрод/твердый электролит.

## **Тема 4. Кинетика электродных процессов.**

Общая характеристика электродных процессов и понятие лимитирующей стадии. Механизмы массопереноса: диффузия, миграция и конвекция. Стационарная диффузия при разряде ионов на одноименном металле, на ртути и на амальгаме и роль явлений миграции в этих процессах. Теория конвективной диффузии. Вращающийся дисковый электрод и его использование для изучения электрохимической кинетики. Вращающийся дисковый электрод с кольцом. Нестационарная диффузия к плоскому и сферическому электродам при постоянном потенциале. Теория полярографического метода. Полярографические максимумы и их теоретическая интерпретация. Вольтамперометрия. Осциллографическая полярография. Диффузионный импеданс. Различные виды полярографии на переменном токе.

Хронопотенциометрия. Основные принципы и блок-схемы релаксационных методов изучения электрохимической кинетики (импульсный потенциостатический метод, импульсный и двухимпульсный гальваностатические методы, кулоностатический метод, метод фарадеевского импеданса и фарадеевского выпрямления). Электрохимическая импедансная спектроскопия. Тонкослойные методы. Ультрамикроэлектроды. Метод кварцевого микровзвешивания. Представления о работе пористого электрода, суспензионных флюидизированных электродов. Основные положения теории замедленного разряда. Ток обмена. Зависимость скорости реакции от температуры. Идеальная и реальная энергии активации.

Влияние структуры двойного электрического слоя и природы электрода на скорость стадии разряда. Процессы электровосстановления ионов гидроксония и анионов на электродах с высоким перенапряжением выделения водорода. Роль работы выхода электрона в кинетике электродных процессов. Фотоэмиссия электронов из металла в раствор. Электрохимическая генерация сольватированных электронов. Особенности электрохимической кинетики на полупроводниковых электродах. Теория и методы изучения электрохимических процессов, включающих гомогенные или гетерогенные химические стадии. Кинетические и каталитические токи. Влияние комплексообразования на кинетику электродных реакций.

Стадийный перенос электронов в электрохимических реакциях. Механизм реакции выделения водорода и электровосстановления кислорода на различных электродах. Роль адсорбции поверхностно-активных веществ в электрохимической кинетике. Кинетика электрохимических реакций с участием органических веществ. Общие методы установления механизма слож-

ной электрохимической реакции. Методы определения природы интермедиатов электродных процессов. Кинетика разложения амальгам и ее связь с перенапряжением водорода на ртути в кислых и щелочных растворах. Электрокатализ. Сорбция и адсорбция водорода электродными материалами. Важнейшие типы электродных материалов.

## **Тема 5. Электрохимические производства**

Химические источники тока. Топливные элементы. Свинцовые аккумуляторы. Серебряно-цинковые аккумуляторы. Кадмий-никелевые аккумуляторы и их аналоги. Металл-воздушные системы. Литиевые источники тока. Суперконденсаторы. Гальванотехника. Типы гальванических покрытий. Рассеивающая способность электролитов. Электрохимическое окислирование металлов и сплавов. Электрохимическая размерная обработка. Наводороживание и водородная хрупкость. Функциональная гальванотехника. Гидроэлектрометаллургия.

Электрохимическое производство хлора, щелочей, окислителей. Электрохимический синтез органических веществ. Электролиз расплавленных соединений. Производство алюминия. Производство щелочных и щелочно-земельных металлов. Электрорафинирование.

Электрохимические преобразователи информации и электрохимические электронные устройства. Электрохромные устройства. Электрохимические технологии для микроэлектроники. Наноэлектрохимия и нанотехнология. Теория электрохимических реакторов.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Основными образовательными технологиями, используемыми при реализации содержания курса, являются: формирующая технология, технология проблемного изложения, технология ситуативного обучения.

Активные формы проведения занятий:

- Лекции с использованием проблемных вопросов.

Интерактивные формы проведения занятий:

- Проблемная дискуссия с выдвижением проектов.
- Дискуссия-диалог.
- Разбор конкретных ситуаций.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**



### 7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. – Учебное пособие для вузов. – Изд.: Лань. СПб. 2022. – 672 с.
2. Миомандр Ф., Садаки С., Одебер П. Электрохимия. – Высшее образование, 2008.
3. Ротинян А.Л. и др. Теоретическая электрохимия. Учебник. – М.: Студент, 2013.

Лекционные занятия проводятся 2 раза неделю в объеме 4 часов и 4 часов практических занятий в 4-ом семестре. После окончания изучения каждой темы студенты проходят тестирование, собеседование, выполняют контрольные работы.

### 7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 7.1.

#### Содержание самостоятельной работы обучающихся

<i>№№ п/п</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол- во часов</i>	<i>Формы работы</i>
1.	Представление о структуре и электропроводности неводных растворов, расплавов и твердых электролитов. Полимерные электролиты. Растворы, содержащие сольватированные электроны.	10	собеседование
2.	Электрохимическое равновесие на границе двух несмешивающихся жидкостей, на мембранах и ион-селективных электродах. Принцип работы стеклянного электрода. Электрохимические сенсоры.	10	собеседование
3.	Кристаллографическая структура поверхности и ее роль в строении двойного электрического слоя. Понятие о фрактальных поверхностях. Методы определения величины истинной поверхности электродов.	10	собеседование
4.	Фундаментальные аспекты электрохимии проводящих полимеров. Явление электрохимической интеркаляции. Электрохимические свойства интеркалированных материалов. Фотоэлектрохимия. Лазерная электрохимия. Периодические и хаотические явления в электрохимических системах. Проблемы биоэлектрохимии. Редокс-процессы в биосистемах; электрохимия биомембран и их моделей.	10	собеседование
5.	Экологические аспекты электрохимических технологий. Электрохимические методы очистки воды.	12	собеседование

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачтено») освоения предусмотренных элементов компетенций. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в виде в устной форме. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 3 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Примеры вопросов, предлагаемых на зачете:

Вариант № 1

- 1 Основные задачи теоретической и прикладной электрохимии и перспективы их развития.
- 2 Влияние природы, концентрации растворенного вещества, а также температуры и природы растворителя на электрическую проводимость электролитов
- 3 Уравнения полной поляризационной кривой, при больших и малых поляризациях с учетом специфической адсорбции и  $\psi$  - потенциала.

### *Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации*

1. Основные задачи теоретической и прикладной электрохимии и перспективы их развития.
2. Понятие электрохимической системы и их классификация. Отличие процессов, происходящих в электролизере, от таковых в химических источниках тока?
3. Какие электрохимические системы используются в качестве счетчиков количества электричества и как они называются?
4. Ионные равновесия в растворах: понятие и расчет рН, понятие буферной емкости, расчет равновесной концентрации ионов металла в комплексных электролитах.
5. Ионные равновесия в присутствии твердой фазы: определение и расчет величины рН гидроксидообразования и ее роль в электрохимических процессах.
6. Неравновесные явления в электрохимических системах: электрическая проводимость и диффузия в электролитах.
7. Механизм проводимости в электролитах различной природы: растворах, твердых телах, расплавах.
8. Влияние природы, концентрации растворенного вещества, а также температуры и природы растворителя на электрическую проводимость электролитов.
9. Конвективный перенос в растворах.
10. Термодиффузия и роль этого явления в электрохимических реакциях.
11. Причины возникновения напряжения в электрохимических системах.
12. Уравнение Гальвани-потенциала и потенциала в относительной шкале. Анализ этих уравнений.
13. Природа бестокового потенциала
14. Кинетический вывод уравнения равновесного потенциала. Изобразить графически
15. Основные цели изучения кинетики электродных реакций. Понятие катодного и анодного перенапряжения, механизма протекания электрохимической реакции и роль лимитирующей стадии.

16. Уравнения частных катодных и анодных поляризационных кривых при замедленной электрохимической стадии
17. Уравнения полной поляризационной кривой, при больших и малых поляризациях с учетом специфической адсорбции и  $\psi$  - потенциала.
18. Физический смысл плотности тока обмена, стандартной плотности тока обмена, коэффициента переноса.
19. В каких координатах поляризационные кривые при замедленном разряде линейны при любых перенапряжениях.
20. Кинетический вывод уравнения равновесного потенциала.
21. Стадийное протекание электрохимического акта. Рассмотреть на примере осаждения и растворения металлов. Понятие истинного и кажущегося коэффициента переноса.
22. Кинетические уравнения электрохимических реакций, включающих предшествующие быстрые химические стадии ( лимитирует электрохимическая стадия).
23. Основные положения и уравнения реакции выделения водорода при замедленной рекомбинации и электрохимической десорбции. Сопоставление с экспериментальными результатами.
24. Механизм реакции восстановления кислорода. Рассмотреть возможные случаи, реализованные на практике.
25. Влияние адсорбционных явлений на кинетику электроосаждения и электродрастворения металлов.
26. Термодинамика и кинетика процессов при получении электролитических сплавов.
27. Роль пассивного состояния металлов в электрохимической технологии.
28. Кинетика восстановления оксидов.
29. Определение кинетических параметров и механизма реакций из стационарных поляризационных кривых: плотности тока обмена, порядков компонентов реакции и др.
30. Основные нестационарные методы исследования кинетики протекания электродных реакций.
31. Причины возникновения двойного электрического слоя и явление адсорбции.
32. Влияние специфической адсорбции ионов на поверхностное натяжение и емкость ДЭС. Понятие потенциала нулевого заряда поверхности и методы его определения.
33. Теории строения двойного электрического слоя.
34. Влияние строения ДЭС на кинетику электродных реакций.
35. Основные уравнения диффузионного перенапряжения диффузии. Влияние миграции и перемешивания на величину катодного предельного тока.
36. Вывод и анализ уравнений диффузионной кинетики с учетом конвективной диффузии. Проверка этих уравнений с помощью вращающегося дискового электрода.
37. Вывод и анализ уравнений смешанной кинетики( замедлена стадия переноса электрона и стадия диффузии).
38. Электрохимические реакции, включающие быстрые химические стадии.
39. Рассмотрение влияния материала электрода и состава раствора на скорость реакции выделения водорода из кислых, нейтральных и щелочных растворов с позиции замедленного разряда.
40. Методика снятия поляризационных кривых, измерение потенциала под током. Указать какой способ может быть применен для измерения потенциала под током при исследовании одной электродной реакции: использование в качестве второго электрода электрод сравнения, помещенного в пространство с капилляром Лuggина, непосредственное измерение напряжения между исследуемым и вспомогательным электродами при условии значительно большей поверхности исследуемого электрода или когда поверхности этих электродов равны.
41. Какой метод снятия поляризационной кривой целесообразно для дальнейшей обработки их по уравнениям формальной кинетики: потенциостатический, потенциодинамический (какую выбрать скорость развертки потенциала), гальваностатический
42. Какой из металлов выбрать в качестве электрода при получении водорода в щелочной среде: золото, платину, железо, никель, свинец?
43. Какие из перечисленных приборов пригодны для измерения равновесного напряжения

электрохимических систем: потенциометры, цифровые входным сопротивлением-102;1010;105ом , рН-метры, вольтметры, используемые для измерения напряжения при работе электролизеров разного типа.

### *Критерии оценки ответа на зачете*

Оценка	Критерии ответа
<b>Зачтено</b>	Глубокое и хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; обстоятельный, логический и грамотный ответ во время сдачи зачета; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – не более 50%.
<b>Незачтено</b>	Слабое знание основной терминологии, теоретических закономерностей, фактических данных, ошибочный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном тестировании – более 50%.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Учебная литература**

#### **а) основная:**

- 1 Электрохимия и химическая кинетика : учебное пособие / Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская, В. П. Барабанов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014 — 371 с. — ISBN 978-5-7882-1658-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63561.html>
- 2 Дамаскин Б. Б.,Петрий О. А.,Цирлина Г. А. Электрохимия:учебник.- Москва:Химия,2006, ISBN 5-98109-011-1.-672.-Библиогр.: с. 659-665
- 3 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. Вяселев.- Москва:Мир,2003, ISBN 5-03-003471-4.-592.-Библиогр.: с. 587.

#### **б) дополнительная:**

- 1 Будников Герман Константинович,Майстренко В. Н.,Муринов Вольтаперометрия с модифицированными и ультрамикрoэлектродами/Рос.АН,Ин-т органич.химии.- М.:Наука,1994, ISBN 5-02-001842-2.-239.
- 2 Электролиты : учебное пособие / Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов, Х. М. Ярошевская, В. П. Барабанов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014 — 117 с. — ISBN 978-5-7882-1674-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63560.html>

- 3 Будников Г. К., Евтюгин Г. А., Майстренко В. Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине/Г. К. Будников, Г. А. Евтюгин, В. Н. Майстренко.- Москва:БИНОМ. Лаборатория знаний,2009, ISBN 978-5-9963-0199-7.-416.
- 4 Байрамов В. М. Основы электрохимии:учебное пособие для вузов/В. М. Байрамов ; ред. В. В. Лунин.- Москва:Академия,2005, ISBN 5-7695-1985-1.-240.-Библиогр.: с. 234-235
- 5 Укше Е. А.,Букун Н. Г. Твердые электролиты/Е. А. Укше, Н. Г. Букун.- Москва:Наука,1977.-176.
- 6 Делахей П. Двойной слой и кинетика электродных процессов:перевод с англ./П. Делахей ; ред. А. Н. Фрумкин.-Москва:Мир,1967.-351.-Библиогр. в конце глав

## 9.2. Интернет-ресурсы:

<http://fizrast.ru/sitemap.html>  
<http://www.don-agro.ru>  
<http://xn-80abucjiibhv9a.xn-plai/>  
<http://www.agroxxi.ru/> (РГБ)  
<http://elibrary.rsl.ru> Научная электронная библиотека  
<http://elibrary.ru/default.asp> Российская национальная библиотека  
<http://primo.nlr.ru> <http://nbmgu.ru> Электронная библиотека Российской государственной библиотеки

## 9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1.Microsoft Windows 7
  - 1.2.Microsoft Office 2007
  - 1.3.Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4.Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5.Справочно-правовая система “Консультант”
  - 1.6.Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями магистранты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информио»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Необходимый для реализации ОПОП подготовки специалиста перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

- лекционную аудиторию;

Имеющаяся материальная база обеспечивает:

- проведение лекций - аппаратурой для демонстрации иллюстративного материала;
- аудиторию для семинарских занятий;
- проекционное оборудование и компьютер.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

В ходе лекционных занятий магистранту необходимо готовить конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

Провести проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой магистрантов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо в рамках внеаудиторной самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в настоящей программы. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения следующих разделов учебной дисциплины. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы сети Интернет.

Для работы на практических занятиях необходимы: проработка рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины, и конспектирование источников, а также изучение конспекта лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и просмотр рекомендуемой литературы.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 4 семестра в виде зачета в устной форме (включает 3 вопроса из различных тем пройденного материала).

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы современной электрохимии» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01.Химия (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «13» июля 2017 г. № 655.

Программу составил:

к.п.н., профессор кафедры химии

А.М.Саламов



Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 10 от «21» мая 2024 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом  
химико-биологического факультета

Протокол заседания № 10 от «22» мая 2024 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой