

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА**

Кафедра физической и органической химии химического факультета

Образовательная программа

04.05.01 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ

Профиль подготовки

Физическая химия

Уровень высшего образования

Специалитет

Форма обучения

Очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору

Махачкала, 2021 г.

Рабочая программа дисциплины «Электрохимическая кинетика» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (уровень специалитета)

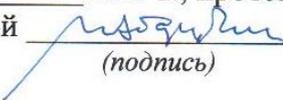
от «13» июля 2017 г, №652

Разработчик(и): кафедра физической и органической химии, Магомедова Асият Омаровна, доцент

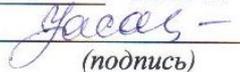
Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры физической и органической химии

от «18» 05 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  проф. Абдулагатов И.М.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методической комиссией «18» 06 2021 г. прот № 10.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением

«9» июля 2021 г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина “Электрохимическая кинетика” входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений и является дисциплиной по выбору специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Дисциплина реализуется на факультете химическом кафедрой физической и органической химии.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных ОПК-6 и профессиональных ПК- 1, 2, 3, 4, 5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиумов, контрольных работ и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- мestr	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма проме- жуточной атте- стации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лек- ции	Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	кон- сульта- ции				
8 сем.	72	20	38	-	-	-	14	Зачет

### 1.1. Цели освоения дисциплины

Кинетика электродных процессов, базирующаяся на теориях двойного электрического слоя, массопереноса и элементарного акта, является наиболее важным разделом теоретической электрохимии. Являясь, с одной стороны, наиболее математизированным разделом химической науки, электрохимическая кинетика тесно связана и с прикладными проблемами. Поэтому изучение основных вопросов кинетики электродных процессов и современных достижений в этой области является важным для подготовки специалистов, специализирующихся в области электрохимии и физической химии.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета

Дисциплина “Электрохимическая кинетика” входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений и является дисциплиной по выбору специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Цели освоения дисциплины достигаются на основе фактического материала предшествующих курсов "Математика", "Физика", "Физическая химия".

Освоение материала по электрохимической кинетике требует от студентов глубоких теоретических знаний общего курса электрохимии, владения математическим аппаратом для решения определенного вида задач, владения основами компьютерных технологий, применяемых при обработке результатов эксперимента.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины  
(перечень планируемых результатов обучения)**

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
<p>ОПК-6 способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>ОПК-6.1 Грамотно составляет отчет о проделанной работе в письменной форме</p>	<p><b>Знает:</b> требования к рабочему журналу химика; правила составления протоколов отчетов химических опытов; требования к представлению результатов исследований в виде курсовых и квалификационных работ. <b>Умеет:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии; представить результаты химических исследований в соответствии с требованиями к квалификационным работам. <b>Владеет:</b> опытом представления результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ в виде протоколов испытаний, отчетов, курсовых и квалификационных работ</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>
	<p><b>ОПК-6.2</b> Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке</p>	<p><b>Знает:</b> требования к тезисам и научным статьям химического профиля; <b>Умеет:</b> составить тезисы доклада и отдельные разделы статьи на русском и английском языке <b>Владеет:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде</p>	

	<p><b>ОПК-6.3</b> Представляет результаты работы в устной форме на русском и английском языке</p>	<p><b>Знает:</b> грамматику, орфографию и орфоэпию русского и английского языка. <b>Умеет:</b> представить результаты исследований в виде постера; формулировать вопросы к членам профессионального сообщества и отвечать на вопросы по теме проведенного исследования; грамотно и логично изложить результаты проделанной работы в устной форме на русском и английском языке. <b>Владеет:</b> свободно русским и английским языком.</p>	
<p><b>ПК-1.</b> Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Собирает информацию по тематике научного проекта в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных</p>	<p><b>Знает:</b> Знает перечень открытых источников информации и специализированных баз данных в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> Пользоваться электронными ресурсами и базами данных, а так же периодическими изданиями в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками сбора информации по тематике научного проекта в области аналитической химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных, в том числе Scopus и Web of Science.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>
	<p><b>ПК-1.2.</b> Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии</p>	<p><b>Знает:</b> знает методы систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> систематизировать и классифициро-</p>	

		<p>вать литературные данные по тематике исследования в области аналитической химии.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области аналитической химии.</p>	
<p><b>ПК-2.</b> Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p><b>ПК-2.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.</p>	<p><b>Знает:</b> методы составления планов отдельных стадий и общего плана исследования в области аналитической химии.</p> <p><b>Умеет:</b> составлять планы отдельных стадий и общий плана исследования в области аналитической химии.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками составляет общего плана исследования в области аналитической химии и детальных планов отдельных стадий.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>
	<p><b>ПК-2.2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>	<p><b>Знает:</b> экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области аналитической химии.</p> <p><b>Умеет:</b> выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области аналитической химии исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками выбира экспериментальных и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя в области аналитической химии из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>	
	<p><b>ПК-2.3.</b> Планирование и</p>	<p><b>Знает:</b> методы норма-</p>	<p>Устный</p>

	<p>проведение научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.</p>	<p>тивные документы по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.</p> <p><b>Умеет:</b> планировать и проводить научно-исследовательские работы по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками планирования и проведения научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.</p>	<p>опрос, письменный опрос</p>
<p><b>ПК-3.</b> Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические работы по заданной теме в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p><b>ПК-3.1.</b> Проводит экспериментальные исследования по заданной теме в выбранной области химии</p>	<p><b>Знает:</b> методы проведения экспериментальных исследований по заданной теме в области аналитической химии.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить экспериментальные исследования по заданной теме в области аналитической химии.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками проведения экспериментальных исследований под руководством руководителя по заданной теме в области аналитической химии.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, сдача лабораторных работ</p>
	<p><b>ПК-3.2.</b> Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии</p>	<p><b>Знает:</b> методы расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области аналитической химии.</p> <p><b>Умеет:</b> проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в области ана-</p>	

		литической химии. <b>Владеет:</b> необходимыми навыками качественного проведения расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области аналитической химии.	
	<b>ПК-3.3.</b> Управляет высокотехнологичным химическим оборудованием	<b>Знает:</b> технические характеристики высокотехнологического аналитического оборудования. <b>Умеет:</b> управлять высокотехнологичным аналитическим оборудованием. <b>Владеет:</b> навыками управления и обслуживания высокотехнологического аналитического оборудования.	Устный опрос, письменный опрос, сдача лабораторных работ
	<b>ПК-3.4.</b> Проводит испытания новых образцов продукции	<b>Знает:</b> методы проведения анализа новых образцов продукции. <b>Умеет:</b> проводить анализ новых образцов продукции. <b>Владеет:</b> навыками качественного и количественного анализа образцов новых реальных объектов.	
	<b>ПК-3.5.</b> Разрабатывает новые методики контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции	<b>Знает:</b> методологию разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. <b>Умеет:</b> проверять правильность новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. <b>Владеет:</b> навыками разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции и проверки их правильности.	
<b>ПК-4.</b> Способен обрабатывать и интерпретировать	<b>ПК-4.1.</b> Обрабатывает полученные данные с использованием современных мето-	<b>Знает:</b> современные методы анализа информации.	Устный опрос, письмен-

результаты проведенных работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов.	дов анализа информации.	<p><b>Умеет:</b> применять современные методы анализа информации для обработки полученных данных.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками обработки полученных результатов анализа реальных объектов с использованием современных методов анализа информации.</p>	ный опрос, сдача лабораторных работ
	<b>ПК-4.2.</b> Грамотно интерпретирует результаты исследований в выбранной области химии.	<p><b>Знает:</b> методы интерпретации результатов исследований в области аналитической химии.</p> <p><b>Умеет:</b> грамотно интерпретировать результаты исследований в области аналитической химии.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками интерпретации и наглядного представления результатов исследований в области аналитической химии.</p>	
	<b>ПК-4.3.</b> Анализирует результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценивает степень их соответствия нормативным документам (стандартам и технологическим регламентам).	<p><b>Знает:</b> стандарты и технологические регламенты сырья, прекурсоров, готовой продукции.</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками статистической обработки результатов испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценки степени их соответствия стандартам и технологическим регламентам.</p>	
<b>ПК-5.</b> Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной обла-	<b>ПК-5.1.</b> Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки	<p><b>Знает:</b> методы критического анализа полученных результатов исследований в области аналитической химии, способы выявления достоинств и недостатков.</p> <p><b>Умеет:</b> критически ана-</p>	Устный опрос, письменный опрос

сти химии, химической технологии или смежных с химией науках		<p>лизировать полученные результаты анализа реальных объектов и научных исследований в области аналитической химии.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками критического анализа полученных результатов анализа реальных объектов и научных исследований в области аналитической химии.</p>	
	<b>ПК-5.2.</b> Готовит отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии	<p><b>Знает:</b> методологию подготовки отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии.</p> <p><b>Умеет:</b> готовить отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в области аналитической химии.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками подготовки отдельных разделов отчетов по результатам НИР и НИОКР в области аналитической химии.</p>	
	<b>ПК-5.3.</b> Формулирует рекомендации по продолжению исследования в выбранной области химии.	<p><b>Знает:</b> способы подготовки рекомендаций по продолжению исследования в области аналитической химии.</p> <p><b>Умеет:</b> формулировать рекомендации по продолжению исследования в области аналитической химии.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками формулировки рекомендаций по продолжению исследования в области аналитической химии.</p>	Устный опрос, письменный опрос
	<b>ПК-5.4.</b> Анализирует полученные результаты и формулирует предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.	<p><b>Знает:</b> методы анализа полученных результатов и оптимизации отдельных стадий технологического процесса.</p> <p><b>Умеет:</b> анализировать полученные результаты</p>	Устный опрос, письменный опрос

		и формулировать предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса. <b>Владеет:</b> навыками анализа полученных результатов и разработки предложений по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.	
	<b>ПК-5.5.</b> Разрабатывает техническую документацию и регламенты	<b>Знает:</b> виды технической документации и регламентов в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> разрабатывать техническую документацию и регламенты в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками и практическим опытом разработки технической документации и регламентов в области аналитической химии.	

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические зан.	Лабораторные зан.	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Равновесные свойства заряженных межфазных границ</b>									
1	Тема 1. Адсорбция и скачки потенциала на границе раздела фаз			2		-		3	устный опрос, тестирование
2	Электрокапиллярный метод.			4		10		2	устный опрос, тестирование
3	Емкость двойного электрического слоя.			4		9		2	устный опрос, тестирование

	<i>Итого по модулю 1:</i>		36	10		19		7	коллоквиум
Модуль 2. Электрохимическая кинетика									
1	Кинетические особенности электрохимических реакций.			2		-		3	устный опрос, тестирование
2	Стадия разряда-ионизации.			4		10		2	устный опрос, тестирование
3	Некоторые проблемы прикладной электрохимии			4		9		2	устный опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 2:</i>		36	10		19		7	коллоквиум
	Итого		72	20		38		14	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам

#### Раздел 1. Равновесные свойства заряженных межфазных границ

Целью изучения раздела “Равновесные свойства заряженных межфазных границ” является овладение знаниями о строении и свойствах двойного электрического слоя, методах его исследования. В электрохимической кинетике описание электродных процессов неразрывно связано с представлениями о строении двойного электрического слоя.

Основной задачей освоения данного раздела является углубленное изучение строения двойного электрического слоя и методах его исследования. В результате усвоения раздела студент должен в сжатой форме получить представления о строении межфазных границ и овладеть навыками работы с электрохимической аппаратурой.

Тема 1. Адсорбция и скачки потенциала на границе раздела фаз; уравнение Гиббса; поверхностный, внешний и внутренний потенциалы; разности потенциалов Гальвани и Вольта. Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов.

Тема 2. Электрокапиллярный метод. Вывод основного уравнения электрокапиллярности; электрокапиллярные кривые ртутного электрода.

Тема 3. Емкость двойного электрического слоя. Методы исследования двойного электрического слоя: адсорбционный метод, метод радиоактивных индикаторов, метод кривых заряжения и потенциодинамических кривых.

#### Раздел 2. Электрохимическая кинетика

Целью изучения раздела “Электрохимическая кинетика” является получение знаний теоретических основ наиболее важного и быстро развивающегося раздела современной электрохимии – кинетики электродных процессов.

Основная задача освоения данного раздела заключается в получении представлений о закономерностях различных стадий электрохимических реакций: стадии массопереноса, стадии разряда-ионизации, и методах их исследования. Кроме того, при изучении данного раздела студенты в сжатой форме знакомятся с проблемами прикладной электрохимии.

**Тема 1.** Кинетические особенности электрохимических реакций. Диффузионная кинетика. Миграция и омическое падение потенциала. Конвективная диффузия.

**Тема 2.** Стадия разряда-ионизации. Основное уравнение теории замедленного разряда. Понятие тока обмена.

**Тема 3.** Некоторые проблемы прикладной электрохимии: некоторые закономерности катодного выделения водорода; саморастворение металлов; пассивность металлов.

## Темы лекций

### Раздел 1. Равновесные свойства заряженных межфазных границ

**Тема 1.** Адсорбция и скачки потенциала на границе раздела фаз. Образование двойного электрического слоя

Лекция 1.

1. Явление адсорбции на границе раздела фаз.
2. Уравнение Гиббса
3. Скачки потенциала на фазовых границах; поверхностный, внешний и внутренний потенциалы; разности потенциалов Гальвани и Вольта.
4. Образование двойного электрического слоя на границе электрод-раствор

**Тема 2.** Электрокапиллярный метод. Основное уравнение электрокапиллярности

Лекция 1.

1. Электрокапиллярный метод изучения двойного электрического слоя
2. Вывод основного уравнения электрокапиллярности
3. Электрокапиллярные кривые ртутного электрода в различных растворах

**Тема 3.** Емкость двойного электрического слоя. Методы исследования двойного электрического слоя.

Лекция 1.

1. Емкость двойного электрического слоя, ее измерение и интерпретация полученных данных
2. Модельные представления о двойном электрическом слое
3. Методы исследования двойного электрического слоя: адсорбционный метод, метод радиоактивных индикаторов, метод кривых заряжения и потенциодинамических кривых.

### Раздел 2. Электрохимическая кинетика

**Тема 5.** Кинетические особенности электрохимических реакций. Диффузионная кинетика.

Лекция 1.

1. Кинетические особенности электрохимической реакции; стадийность электродных процессов; представления о диффузии, миграции и конвекции.
2. Концентрационная поляризация; три основных уравнения диффузионной кинетики.
3. Зависимость тока от потенциала в условиях стационарной диффузии к плоскому электроду
4. Миграция в условиях стационарной диффузии
5. Падение потенциала в диффузионной слое. Экзальтация миграционного тока
6. Теория конвективной диффузии

**Тема 2.** Стадия разряда-ионизации. Основное уравнение теории замедленного разряда

Лекция 1.

1. Стадия разряда-ионизации и понятие перенапряжения
2. Вывод основного уравнения теории замедленного разряда
3. Понятие тока обмена.
4. Поляризационная кривая стадии разряда при больших и малых плотностях тока. Уравнение Тафеля.
5. Обычный, безбарьерный и безактивационный разряд.
6. Влияние температуры на скорость стадии разряда-ионизации.
7. Влияние двойного электрического слоя на скорость стадии разряда.
8. Влияние материала электрода и растворителя на скорость стадии разряда-ионизации.

### Тема 3. Некоторые проблемы прикладной электрохимии

#### Лекция 1.

1. Электрохимические процессы в условиях медленной химической реакции. Медленная гетерогенная реакция.
2. Электрохимические процессы в условиях медленной реакции в объеме раствора.
3. Поляризация, связанная с образованием новой фазы.
4. Некоторые закономерности катодного выделения водорода
5. Саморастворение металлов
6. Явление пассивации металлов.

### 2.3. Лабораторные работы

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Лабораторная работа №1. Методика электрохимического эксперимента и обработка полученных результатов (8 часов)		
Раздел 1. Равновесные свойства заряженных межфазных границ.	Ознакомление с принципами работы электрохимической аппаратуры, особенностями проведения электрохимического эксперимента.	Получение навыков по сборке электрохимических ячеек.
Лабораторная работа №2. Исследование двойного электрического слоя на платине методом потенциодинамических кривых (8 часов)		
Раздел 1. Равновесные свойства заряженных межфазных границ.	Отработать методику снятия потенциодинамических кривых на платиновом электроде.	Снятие потенциодинамических кривых на платиновом электроде. Математическая обработка результатов.
Лабораторная работа №3. Исследование кинетики анодного процесса на углеродном материале в щелочных растворах (8 часов)		
Раздел 2. Электрохимическая кинетика.	Снять анодные поляризационные кривые в растворе фона и в растворе исследуемого иона.	Построить поляризационные кривые в координатах $E - \lg i$ .
Лабораторная работа №4. Исследование кинетики катодного процесса на углеродном материале в щелочных растворах (8 часов)		
Раздел 2. Электрохимическая кинетика.	Снять катодные поляризационные кривые в растворе фона и в растворе исследуемого иона.	Построить поляризационные кривые в координатах $E - \lg i$ .

### 5. Образовательные технологии

В курсе по направлению подготовки магистров широко используются в учебном процессе компьютерные программы, различные методики в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В соответствии с требованиями ФГОС предусматривается использование при проведении занятий следующих активных методов обучения:

- самостоятельное изучение теоретического материала с последующим разбором на семинарском занятии;
- подготовка к лабораторным работам;
- оформление результатов лабораторной работы;
- подготовка к промежуточному контролю;
- подготовка к зачету.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

### 6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
3. Решение задач.
4. Подготовка к коллоквиуму.
5. Подготовка к зачету.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Изучение рекомендованной литературы.	Устный опрос по разделам дисциплины.	См. разделы 7.1, 8, 9 данного документа.
2.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.1, 8, 9 данного документа.
3.	Решение задач	Проверка домашнего задания	См. разделы 7.1, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.2, 8, 9 данного документа.
5.	Подготовка к зачету.	Устный опрос, либо компьютерное тестирование.	См. разделы 7.1, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

*Итоговый контроль* проводится либо в виде устного экзамена, либо в форме тестирования.

Оценка “отлично” ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка “хорошо” ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка “удовлетворительно” ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка “неудовлетворительно” ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

#### **Формы контроля и критерии оценок**

Формы контроля: текущий контроль (систематический учет знаний и активность студентов на занятиях), промежуточный контроль по модулю (рубежная контрольная работа по пройденному блоку тем) и итоговой контроль (экзамен). Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса, тестирования, проведения коллоквиума, обсуждения реферата, проверки домашнего задания.

Оценка текущего контроля включает 70 баллов:

- допуск к выполнению лабораторных работ (10 баллов);
- выполнение и сдача лабораторных работ (20 баллов);
- тестирование (10 баллов);
- выполнение контрольной работы (с включением задач) – 20 баллов.

Промежуточный контроль (в виде контрольной работы или коллоквиума) оценивается в 30 баллов.

Итоговый контроль (100 баллов) проводится в виде устного собеседования или в виде письменного теста, содержащего вопросы по всем разделам курса “Корреляционный анализ органических соединений на основе газожидкостной хроматографии”, изучавшим в процессе семестра. Среднее число баллов по всем модулям, которое дает право получения положительной оценки без итогового контроля знаний – 51 и выше.

#### **Примерная тематика рефератов**

1. Методы изучения многостадийных электродных процессов.
2. Некоторые закономерности катодного выделения водорода.
3. История возникновения электрохимической кинетики как самостоятельного раздела современной науки.
4. Исследования последних лет в области кинетики электродных процессов.
5. Квантово-механические модели механизма элементарного акта электрохимической реакции.

#### **Контрольные вопросы к экзамену**

1. Адсорбция на границе раздела фаз.
2. Скачки потенциала на границе металл/раствор. Гальвани-потенциал.
3. Электрокапиллярные явления. Основное уравнение электрокапиллярности. Капиллярный электродметр Гуи. Электрокапиллярная кривая.
4. Емкость ДЭС. Метод кривых заряжения.
5. Изменения поверхностного натяжения, заряда поверхности металла и емкости ДЭС с изменением потенциала электрода.
6. Трехэлектродная электрохимическая ячейка. Потенциал нулевого заряда. Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя.
7. Электрокапиллярный метод изучения ДЭС.
8. Природа скачка потенциала на платиновом электроде.
9. Потенциалы нулевого заряда и механизм возникновения э.д.с. электрохимической цепи. Вольт-потенциал, теории Нернста и Фрумкина.
10. Основные модельные представления о строении ДЭС, теории Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна.
11. Общая характеристика электрохимических процессов. Понятие о лимитирующей стадии.
12. Основные уравнения диффузионной кинетики. Концентрационная поляризация. Диффузионное перенапряжение. Предельный диффузионный ток. Поляризационная кривая.

13. Закономерности диффузионной кинетики на вращающемся дисковом электроде. Ртутный капельный электрод.

14. Полярография. Уравнение Гейровского-Ильковича.

15. Теория замедленного разряда. Ток обмена. Перенапряжение. Уравнение Тафеля. Поляризационные кривые.

16. Многостадийность электродного процесса. Электродная поляризация. Перенапряжение.

## **7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- участие на практических занятиях - 70 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 35 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 30 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,
- тестирование - 30 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **а) основная литература:**

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия, М.: "Химия", 2001, 623 с.

2. Дамаскин Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику: [учеб. пособие для хим. спец. ун-тов] / 2-е изд., перераб и доп. - М.: Высш. шк., 1983

3. Мухачева, В. Д. Химическая кинетика и электрохимия : учебное пособие / В. Д. Мухачева, В. А. Полуэктова. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. - 291 с. - ISBN 2227-8397. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/66688.html> (дата обращения: 18.01.2021).

### **б) дополнительная литература:**

1. Байрамов В.М. Основы электрохимии: учеб. для вузов / под ред. В.В.Лунина. - М.: Академия, 2005. - 237 с.

2. Методы исследования кинетики электродных процессов: учебно-методическое пособие / В. М. Рудой, Т. Н. Останина, И. Б. Мурашова, А. Б. Даринцева. - Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. -112 с. - ISBN 978-5-7996-0915-3. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/68348.html> (дата обращения: 18.01.2021).

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru> (дата обращения: 18.01.2021). – Яз. рус., англ.

2. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения овсех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru> свободный (дата обращения: 18.01.2021)

3. ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html> (дата обращения: 18.01.2021).

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины);
- тезисы лекций,
- раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- литературный поиск используя онлайн поисковую систему NIST/TRC;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решение задач, упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций ситуации;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос

на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине “Электрохимическая кинетика” используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий, которая укомплектована техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).