

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе, ка-  
честву образования – первый про-  
ректор



А. Хагуров  
«27» мая 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Б1.О.08 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОХИМИИ**

Направление подготовки	04.04.01 Химия
Направленность (профиль)	Электрохимия
Форма обучения	очная
Квалификация выпускника	магистр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОХИМИИ** составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратуры).

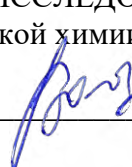
Рабочую программу составил:

Н.В.Шельдешов, профессор кафедры физической химии  
д-р хим. наук, доц.



Рабочая программа дисциплины **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОХИМИИ** утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 9 от 20 апреля 2022 г.

Заведующий кафедрой физической химии В.И.Заболоцкий



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от 25 апреля 2022 г.

Председатель УМК факультета, А.В.Беспалов



Рецензенты:

Е.В. Ланина., научный сотрудник проблемной лаборатории ПАО «Сатурн»,  
к.х.н.

В.И. Зеленов, доцент кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», канд. хим. наук.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

**1.1. Цель дисциплины:** формирование у студентов теоретических знаний и навыков практического применения современных методов исследования в электрохимии.

**1.2. Задачи дисциплины:** освоение знаний теоретических основ и практического применения современных методов исследования в электрохимии.

### 1.3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Современные методы исследования в электрохимии» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Изучению дисциплины «Современные методы исследования в электрохимии» предшествует изучение дисциплин «Термодинамика и кинетика электродных процессов», «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений», «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов», «Явления на межфазных границах». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Электромембранные и гибридные технологии синтеза, очистки и разделения», «Применение электродиализа с биполярными ионообменными мембранами в электрохимической технологии».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения.	
ИОПК-1.1. Имеет систематические теоретические и практические знания в избранной области химии или смежных наук, анализирует возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных теорий, осмысливает и делает обоснованные выводы из научной и учебной литературы.	Знает теоретические и практические знания в избранной области химии или смежных наук.
	Умеет анализировать возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных теорий, осмысливает и делает обоснованные выводы из научной и учебной литературы.
	Владеет теоретическими и практическими знаниями в области современных методов исследования в электрохимии.
ИОПК-1.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук.	Знает существующие методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в области современных методов исследования в электрохимии.
	Умеет использовать существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук.
	Владеет навыками использования существующих и разработки новых методик получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук.
ИОПК-1.3. Использует современное оборудование, программное обеспечение, профессиональные базы данных и расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач.	Знает современное оборудование, программное обеспечение, профессиональные базы данных и расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач в области современных методов исследования в электрохимии.
	Умеет использовать современное оборудование, про-

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
	граммное обеспечение, профессиональные базы данных и расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач.
	Владеет навыками применения современного оборудования, программного обеспечения, профессиональных баз данных и расчетно-теоретических методов химии для решения профессиональных задач в области современных методов исследования в электрохимии.
ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.	
ИОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно их интерпретирует.	Знает теоретические и практические основы современных методов исследования в электрохимии.
	Умеет проводить критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно их интерпретирует.
	Владеет навыками проведения критического анализа результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно их интерпретирует.
ИОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.	Знает теоретические и практические основы современных методов исследования в электрохимии.
	Умеет формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в области современных методов исследования в электрохимии.
	Владеет навыками формулирования заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в области современных методов исследования в электрохимии.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		10	
<b>Контактная работа, в том числе</b>	96,2	96,2	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	96	96	
Занятия лекционного типа	32	32	
Лабораторные занятия	48	48	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	
Курсовая работа	16	16	

<b>Самостоятельная работа, в том числе</b>		93,1	93,1	
Проработка учебного (теоретического) материала		80	80	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)				
Реферат				
Подготовка к текущему контролю		13,1	13,1	
<b>Контроль:</b>				
Подготовка к экзамену		26,7	26,7	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	
	<b>в том числе контакт-ная работа</b>	<b>96,2</b>	<b>96,2</b>	
	<b>зач. ед</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение. Исследование электрохимических систем в условиях термодинамического равновесия, стационарного состояния	42	8	0	12	22
2.	Исследование электрохимических систем в неравновесных условиях	88	16	0	24	48
3.	Исследование структуры электродных материалов и ионообменников	43,1	8	0	12	23,1
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		173,1	32	0	48	93,1
Контроль самостоятельной работы (КСР)		26,7				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Подготовка к текущему контролю		16				
Общая трудоемкость по дисциплине		216				

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Исследование электрохимических систем в условиях термодинамического равновесия, стационарного состояния	Типы ячеек и электродов, применяемых при электрохимических измерениях. Подготовка электродов для электрохимических измерений. Методы измерения разности равновесных потенциалов в электрохимических системах (потенциала электрода относительно электрода сравнения без тока и при его протекании, разности потенциалов на мембране без тока и при его протекании. Исключение потенциалов жидкостных соединений при электрохимических измерениях.	КР, ЛР

		<p>Методы измерения поверхностного натяжения на границе ртуть-раствор: метод капиллярного электрометра, покоящейся капли ртути. Измерение поверхностного потенциала ионообменной мембраны. Измерение краевого угла смачивания на границе ионообменная мембрана-раствор.</p> <p>Измерение вольт-амперной характеристики мембранной системы в статических условиях. Определение предельного диффузионного и электродиффузионного тока. Применение вращающегося дискового электрода и вращающегося мембранного диска для исследования процессов на границе электрод-раствор и мембрана-раствор.</p>	
2.	Исследование электрохимических систем в неравновесных условиях	<p>Динамический метод с линейно изменяющимся во времени током измерения вольт-амперной характеристики электродной системы, мембранной системы. Измерение вольт-амперной характеристики электродной системы методом линейной развертки потенциала.</p> <p>Применение метода циклической вольт-амперометрии для исследования электрохимических процессов на электроде. Хронопотенциометрический метод исследования переходных процессов в мембранной системе, электродной системе. Хроноамперометрический метод исследования переходных процессов в мембранной системе, электродной системе.</p> <p>Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования области пространственного заряда в системе электрод-раствор, в мембрана-раствор.</p> <p>Измерение чисел переноса ионов в растворе методом Гитторфа. Измерение эффективных чисел переноса ионов через ионообменную мембрану методом Гитторфа. Измерение выхода вещества по току в системе электрод-раствор.</p>	КР, ЛР
3.	Исследование структуры электродных материалов и ионообменников	<p>Применение оптической микроскопии для исследования ионообменных материалов.</p> <p>Исследование электродных материалов и мембран методом сканирующей элек-</p>	КР, ЛР

	<p>тронной микроскопии в сочетании с локальным рентгеноспектральным микроанализом и методом туннельной сканирующей микроскопии.</p> <p>Применение ИК-спектроскопии поглощения для изучения строения ионообменных материалов.</p>	
--	--	--

Примечание: КР – контрольная работа, ЛР – лабораторная работа

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены учебным планом.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Типы электрохимических ячеек и электродов, применяемых при измерениях. Подготовка электродов для измерений. Измерение разности равновесных потенциалов в электрохимических системах (потенциал электрода относительно электрода сравнения без тока и при его протекании, разность потенциалов на мембране без тока и при его протекании, потенциал рН-чувствительного электрода, ионселективного электрода при определении иона хлора argentометрическим титрованием).	ЛР
2.	Измерение поверхностного натяжения на границе ртуть-раствор. Измерение краевого угла смачивания на границе ионообменная мембрана-раствор.	ЛР
3.	Измерение вольт-амперной характеристики мембранной системы в статических условиях и динамическим методом с линейно изменяющим во времени током. Измерение вольт-амперной характеристики электродной системы методом линейной развертки потенциала.	ЛР
4.	Исследование электрохимических процессов на электроде методом циклической вольт-амперометрии.	ЛР
5.	Исследование переходных процессов в мембранной, электродной системе методом хронопотенциометрии. Исследование переходных процессов в мембранной, электродной системе методом хроноамперометрии.	ЛР
6.	Исследование области пространственного заряда в мембранной системе методом электрохимического импеданса.	ЛР
7.	Измерение эффективных чисел переноса ионов через ионообменную мембрану методом Гитторфа.	ЛР
8.	Исследование ионообменного материала методом оптической микроскопии.	ЛР
9.	Исследование электродного материала и мембраны методом сканирующей электронной микроскопии в сочетании с локальным рентгеноспектральным микроанализом.	ЛР

Примечание: ЛР – лабораторная работа

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Переходное время хронопотенциометрических кривых гетерогенных мембран
2. Разработка подхода к получению композитов на основе перфторированных мем-

- бран с известным содержанием полианилина.
3. Сравнительное исследование композитов на основе полианилина и ионообменных мембран различного типа.
  4. Изучение процесса очистки сточных вод химических производств.
  5. Электрохимическое получение воды с высоким отрицательным окислительно-восстановительным потенциалом.
  6. Измерение электрохимических характеристик в водноорганических системах
  7. Влияние характеристик поверхности ионообменной мембраны на развитие электроконвекции в интенсивных токовых режимах

#### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	<p>1. Лукомский, Юрий Яковлевич. Физико-химические основы электрохимии : учебник для химических и химико-технолог. спец. ун-тов / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. - 423 с. : ил. - Библиогр. в конце частей. - ISBN 9785915590075 : 777.92. - Текст : непосредственный.</p> <p>2. Дамаскин, Борис Борисович. Электрохимия : учебник / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 2-е изд., испр. и перераб. - М. : Химия : КолосС, 2008. - 670 с. : ил. - (Для высшей школы) (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр. : с. 659-665. - ISBN 9785981090646. - ISBN 9785953206846 : 748 p. - Текст : непосредственный.</p> <p>3. Мембранная электрохимия: учебное пособие для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня бакалавриат и магистратура по направлениям подготовки 04.03.01 и 04.04.01 / [Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - [2-е изд., испр. и доп.]. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2017. - 290 с.</p> <p>4. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p>
2	Выполнение лабораторных работ	<p>Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:



Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии**

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. Часть лекционных занятий проводится в форме проблемных лекций. В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты углубляют и расширяют теоретические знания, решают расчётные задачи, а также задания, не требующие расчётов, но для выполнения которых необходимо глубокое знание соответствующего теоретического раздела. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимую коррекцию, как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
10	<i>ЛР</i>	Беседы Разбор ситуаций Работа в малых группах	4 6 6
<i>Итого:</i>			16

## **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

#### **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1**

по дисциплине “ Современные методы исследования в электрохимии ”

Направление подготовки 04.04.01 Химия,

Направленность (профиль) Электрохимия

Вариант 1

Раздел рабочей программы «Исследование электрохимических систем в условиях термодинамического равновесия, стационарного состояния»

1. Объясните устройство ячеек и электродов, назовите области исследований, в которых находят применение эти ячейки и электроды
2. Какие требования предъявляются к измерительным приборам, которые используются для измерения разности потенциалов в электрохимических системах?

3. Поясните метод измерения межфазного натяжения с помощью капиллярного электрометра.
4. Поясните метод измерения поверхностного потенциала ионообменной мембраны.

### **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2**

по дисциплине “ Современные методы исследования в электрохимии ”  
Направление подготовки 04.04.01 Химия,  
Направленность (профиль) Электрохимия

Раздел рабочей программы «Исследование электрохимических систем  
в неравновесных условиях»

#### **Вариант 1**

1. Как измеряют вольт-амперные характеристики мембранной системы? Какие характеристики мембраны можно рассчитать из вольт-амперной характеристики мембранной системы?
2. В чем преимущества метода «вращающегося дискового электрода» и «вращающегося мембранного диска» перед методами исследования с неподвижного электрода, или мембраны?
3. К какому случаю необходимо применять измерение вольт-амперной характеристики электродной системы методом линейной развертки потенциала? Поясните свой ответ.
4. Какие методы измерения чисел переноса ионов через отдельную мембрану известны? В чем их преимущества и недостатки?

### **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3**

по дисциплине “ Современные методы исследования в электрохимии ”  
Направление подготовки 04.04.01 Химия,  
Направленность (профиль) Электрохимия

Раздел рабочей программы «Исследование структуры  
электродных материалов и ионообменников»

#### **Вариант 1**

1. С чем связано ограничение на размер объектов при оптической микроскопии?
2. Поясните принцип работы сканирующего электронного микроскопа.
3. Объясните устройство туннельного сканирующего микроскопа.
4. Какую информацию можно получить методом ИК-спектроскопии поглощения ионообменных материалов?

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Вопросы к зачету

1. Приведите примеры ячеек и электродов, применяемых при электрохимических измерениях. Объясните устройство ячеек и электродов, назовите области исследований, в которых находят применение эти ячейки и электроды.
2. Объясните порядок подготовки электродов перед электрохимическими измерениями. Для чего необходима такая подготовка?
3. Какие требования предъявляются к измерительным приборам, которые используются

- для измерения разности потенциалов в электрохимических системах?
4. В чем причина возникновения разности потенциалов на жидкостных соединениях? Можно ли их рассчитать теоретически? Как их измеряют на практике? В каких случаях они вносят ошибку в измеряемые величины? Как их можно устранить при измерениях?
  5. Что называют поверхностным, межфазным натяжением? От каких термодинамических параметров системы оно зависит?
  6. Поясните метод измерения межфазного натяжения с помощью капиллярного электрометра.
  7. Поясните метод измерения межфазного натяжения с помощью покоящейся капли ртути.
  8. Объясните, почему на границе ионообменник раствор возникает разность потенциалов.
  9. Поясните метод измерения поверхностного потенциала ионообменной мембраны.
  10. Что называют краевым углом смачивания? Как измеряют краевые углы смачивания на межфазных границах?
  11. Как измеряют вольт-амперные характеристики мембранной системы? Какие характеристики мембраны можно рассчитать из вольт-амперной характеристики мембранной системы?
  12. Что называют диффузионным и электродиффузионным током в электрохимической системе?
  13. В чем преимущества метода «вращающегося дискового электрода» и «вращающегося мембранного диска» перед методами исследования с неподвижного электрода, или мембраны?
  14. Какие требования предъявляются к скорости изменения тока в динамическом методе с линейно изменяющим во времени током, который применяется для измерения вольт-амперной характеристики электродной системы, мембранной системы?
  15. К какому случаю необходимо применять измерение вольт-амперной характеристики электродной системы методом линейной развертки потенциала? Поясните свой ответ.
  16. Приведите пример циклической вольт-амперометрической кривой. Поясните процессы, протекающие в различных её областях. Какую информацию можно получить из циклической вольт-амперограммы электрода?
  17. Как измеряют хронопотенциограммы и хроноамперограммы электрохимических систем? Какими процессами определяется вид хронопотенциограмм и хроноамперограмм? Какую информацию можно получить из хронопотенциограмм и хроноамперограмм?
  18. Какую величину называют электрохимическим импедансом? Как его измеряют? Приведите примеры частотных спектров импеданса основных элементов и их комбинаций, которые используются для описания электрохимических систем.
  19. Назовите виды чисел переноса ионов. От чего зависят числа переноса ионов в электрохимических системах?
  20. Какими методами измеряют числа переноса ионов в растворах?
  21. В чем заключается трудность измерения чисел переноса ионов через отдельную мембрану?
  22. Какие методы измерения чисел переноса ионов через отдельную мембрану известны? В чем их преимущества и недостатки?
  23. Что называют выходом вещества по току в системе электрод–раствор? Как его измеряют?
  24. Какую информацию даёт оптическая микроскопия при исследовании электродных и ионообменных материалов? С чем связано ограничение на размер объектов при оптической микроскопии?
  25. Поясните принцип работы сканирующего электронного микроскопа. Какие требова-

- ния предъявляются к исследуемым образцам при сканирующей электронной микроскопии?
26. Поясните процессы, протекающие при локальном рентгеноспектральном микроанализе образца.
  27. Объясните устройство туннельного сканирующего микроскопа. С чем связано ограничение на размер объектов при туннельной сканирующей микроскопии?
  28. Как измеряют ИК-спектры ионообменных материалов? Какую информацию можно получить методом ИК-спектроскопии поглощения ионообменных материалов?

#### Вопросы к экзамену

1. Типы ячеек и электродов, применяемых при электрохимических измерениях.
2. Подготовка электродов для электрохимических измерений.
3. Методы измерения разности равновесных потенциалов в электрохимических системах (потенциала электрода относительно электрода сравнения без тока и при его протекании, разности потенциалов на мембране без тока и при его протекании).
4. Исключение потенциалов жидкостных соединений при электрохимических измерениях.
5. Методы измерения поверхностного натяжения на границе ртуть-раствор: метод капиллярного электрометра, покоящейся капли ртути.
6. Измерение поверхностного потенциала ионообменной мембраны.
7. Измерение краевого угла смачивания на границе ионообменная мембрана-раствор.
8. Измерение вольт-амперной характеристики мембранной системы в статических условиях.
9. Определение предельного диффузионного и электродиффузионного тока.
10. Применение вращающегося дискового электрода и вращающегося мембранного диска для исследования процессов на границе электрод-раствор и мембрана-раствор.
11. Динамический метод с линейно изменяющим во времени током измерения вольт-амперной характеристики электродной системы, мембранной системы. Измерение вольт-амперной характеристики электродной системы методом линейной развертки потенциала.
12. Применение метода циклической вольт-амперометрии для исследования электрохимических процессов на электроде.
13. Хронопотенциометрический метод исследования переходных процессов в мембранной системе, электродной системе.
14. Хроноамперометрический метод исследования переходных процессов в мембранной системе, электродной системе.
15. Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования области пространственного заряда в системе электрод-раствор, в мембрана-раствор.
16. Измерение чисел переноса ионов в растворе методом Гитторфа. Измерение эффективных чисел переноса ионов через ионообменную мембрану методом Гитторфа. Измерение выхода вещества по току в системе электрод-раствор.
17. Применение оптической микроскопии для исследования ионообменных материалов.
18. Исследование электродных материалов и мембран методом сканирующей электронной микроскопии в сочетании с локальным рентгеноспектральным микроанализом и методом туннельной сканирующей микроскопии.
19. Применение ИК-спектроскопии поглощения для изучения строения ионообменных материалов.

#### Пример билета к экзамену

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий  
Кафедра физической химии  
Направление подготовки 04.04.01 Химия,  
Направленность (профиль) Электрохимия

Дисциплина “ Современные методы исследования в электрохимии ”

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Типы ячеек и электродов, применяемых при электрохимических измерениях.
2. Хронопотенциометрический метод исследования переходных процессов в мембранной системе, электродной системе.
3. Исследование электродных материалов и мембран методом сканирующей электронной микроскопии в сочетании с локальным рентгеноспектральным микроанализом

Заведующий кафедрой  
физической химии, д.х.н., проф.

В.И. Заболоцкий

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

**5.1 Основная литература:**

1. Лукомский, Юрий Яковлевич. Физико-химические основы электрохимии : учебник для химических и химико-технолог. спец. ун-тов / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. - 423 с. : ил. - Библиогр. в конце частей. - ISBN 9785915590075 : 777.92. - Текст : непосредственный.

2. Дамаскин, Борис Борисович. Электрохимия : учебник / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 2-е изд., испр. и перераб. - М. : Химия : КолосС, 2008. - 670 с. : ил. - (Для высшей школы) (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр. : с. 659-665. - ISBN 9785981090646. - ISBN 9785953206846 : 748 р. - Текст : непосредственный.

3. Мембранная электрохимия: учебное пособие для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня бакалавриат и магистратура по направлениям подготовки 04.03.01 и 04.04.01 / [Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - [2-е изд., испр. и доп.]. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2017. - 290 с.

#### 5.2 Дополнительная литература:

1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

#### 5.3. Периодические издания:

1. Журнал "Электрохимия".
2. Журнал "Физическая химия".

### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. eLIBRARY - Научная электронная библиотека (Москва) <http://www.elibrary.ru/>
2. Электронная коллекция научной и технической полнотекстовой и библиографической информации ScienceDirect – <http://www.sciencedirect.com>

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

#### Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовка к зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, полученный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины.

#### Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попробуйте найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к

преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

#### Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Получите все необходимое методическое обеспечение. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями, справочными или литературными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

Методические рекомендации преподавателям по методике проведения основных видов учебных занятий

#### Лекции

##### Методика чтения лекций

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

- изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;
- развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

##### Содержание лекций

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Необходимо, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

#### Лабораторные занятия

##### Методика проведения лабораторных занятий

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **8.1 Перечень информационных технологий**

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. MS Office (Word, Excel, PowerPoint).
2. Программное обеспечение к виртуальным измерительным приборам.
3. Программное обеспечение для слабовидящих.

### **8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем**

1. eLIBRARY - Научная электронная библиотека (Москва) – <http://elibrary.ru/>
2. Scisearch – <http://www.sciencedirect.com>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория – ауд. 332, корп. С (улица Ставропольская, 149). Комплект учебной мебели, меловая доска, переносное мультимедийное оборудование.
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа ауд. 330, корп. С (улица Ставропольская, 149), укомплектованная специализированной мебелью и комплектами лабораторных работ, включающими: - потенциостат-гальваностат П-30I, - импедансметр Z-1000P, - потенциостат-гальваностат-импедансметр Autolab 100N, - автоматический титратор Titroline 6000, - рН-метр Эксперт-001, - вольтметр универсальный В7-78-1, - кондуктометр Эксперт-002 -2 шт., - термостат жидкостный ТЖ-ТС-01/26, - ячейки электрохимические, - ячейки кондуктометрические - 2 шт., - персональные компьютеры -5 шт.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – ауд. 332, корп. С (улица Ставропольская, 149). Переносное мультимедийное оборудование.
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – ауд. 332, корп. С (улица Ставропольская, 149). Переносное мультимедийное оборудование.



5.	Самостоятельная работа	Кабинеты для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду университета – ауд. 329 корп. С, ауд. 140 (улица Ставропольская, 149)
6.	Курсовое проектирование (выполнение курсовых работ):	<p>Лаборатории, укомплектованные специализированной мебелью и оборудованием для курсового проектирования (выполнение курсовых работ):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- лаборатория электромембранных явлений – ауд. 326 корп. С,</li> <li>- лаборатория электромембранного синтеза – ауд. 330 корп. С,</li> <li>- лаборатория проектирования и оптимизации электромембранных процессов – ауд. 337 корп. С,</li> <li>- лаборатория ресурсо- и энергосберегающих технологий – ауд. 341 корп. С,</li> <li>- лаборатория мембранного материаловедения – ауд. 345 корп. С.</li> </ul>