

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
и инновациям, профессор

М.Г. Барышев



2017

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.2.1 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МЕМБРАННОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ**

Направление подготовки  
**04.06.01 Химические науки**

Направленность (профиль) программы  
**02.00.05 Электрохимия**

Квалификация выпускника:  
**Исследователь. Преподаватель-Исследователь**

Форма обучения  
**очная, заочная**

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.2.1 «Современные методы исследования в мембранной электрохимии» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 № 869 по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль 02.00.05 Электрохимия.

Программу составили

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



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической химии «11» мая 2017 г. протокол № 17.

Заведующий кафедрой физической химии  
д-р хим. наук, профессор Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
15 мая 2017 г, протокол № 4.

Председатель УМК факультета  
канд. хим. наук, доцент Стороженко Т.П.



Зав. отделом аспирантуры  
канд. физ.-мат. наук, доцент Строганова Е.В.



## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины «Современные методы исследования в мембранной электрохимии» является изучение современных методов исследования электрохимических характеристик мембранных систем.

### 1.2 Задачи дисциплины

- сформировать знания теоретических основ методов исследования электрохимических характеристик мембранных систем;
- сформировать умения проводить определение основных характеристик таких мембран и мембранных систем.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные методы исследования в мембранной электрохимии» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Изучению дисциплины «Современные методы исследования в мембранной электрохимии» должно предшествовать изучение дисциплины «Физикохимия ионообменных материалов». Знания, приобретенные при освоении дисциплины, могут быть использованы при изучении дисциплины «Фундаментальные основы оптимизации и интенсификации мембранных процессов», при прохождении научно-производственной практики и выполнении научных исследований.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции: ОПК-1, ПК-1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных	теоретические основы современных методов исследования в мембранной электрохимии <b>(Шифр: 3 (ОПК-1) – 1)</b>	самостоятельно выбирать, осваивать и применять современные методы исследования сообразно поставленной задаче с учетом их точности, чувствительности, стоимости	навыками планирования, постановки и выполнения экспериментов для изучения электрохимических систем и процессов <b>(Шифр: В (ОПК-1) – 1)</b>

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		технологий		и доступности (Шифр: У (ОПК-1) – 1)	
	ПК-1	Способностью применять основные принципы, теории и концепции современной электрохимии для решения фундаментальных и прикладных задач		обеспечивать условия, необходимые для оптимального протекания электрохимических процессов (Шифр: У (ПК-1) -1)	навыками применения теоретических представлений современной электрохимии и смежных дисциплин для решения практических задач (Шифр: В (ПК-1) -2)

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

#### *Очная форма обучения*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	44	44			
В том числе:					
Занятия лекционного типа	8	8			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	18	18			
Лабораторные занятия	18	18			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	64	64			
В том числе:					
Проработка учебного (теоретического) материала	54	54			
Подготовка к текущему контролю	10	10			
<b>Промежуточная аттестации (зачет)</b>					
Общая трудоёмкость	час зач. ед.	108 3	108 3		

#### *Заочная форма обучения*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		6	7		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	44	10	34		
В том числе:					
Занятия лекционного типа	8	4	4		
Занятия семинарского типа (семинары, практические	18	6	12		

занятия)					
Лабораторные занятия	18		18		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>64</b>	<b>62</b>	<b>2</b>		
В том числе:					
Проработка учебного (теоретического) материала	37	36	1		
Подготовка к текущему контролю	27	26	1		
<b>Промежуточная аттестации (зачет)</b>					
Общая трудоемкость	час	108	72	36	
	зач. ед.	3	2	1	

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые на 3 курсе (для студентов ОФО)

*Очная форма обучения*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	26	2	4	4	16
2.	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока	26	2	4	4	16
3.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану	26	2	4	4	16
4.	Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	30	2	6	6	16
	<i>Всего:</i>	108	8	18	18	64

Разделы дисциплины, изучаемые на 3 курсе (для студентов ЗФО)  
 Заочная форма обучения

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	35	2	2	0	31
2.	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока	37	2	4	0	31
<i>Всего:</i>		72	4	6	0	62

Разделы дисциплины, изучаемые на 4 курсе (для студентов ЗФО)  
 Заочная форма обучения

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану	17	2	6	8	1
2.	Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	19	2	6	10	1
<i>Всего:</i>		36	4	12	18	2

**2.3 Содержание разделов дисциплины:**

**2.3.1 Занятия лекционного типа**

*Очная форма обучения*

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мем-	Введение. История развития методов исследования электрохимических характеристик мембран и мембранных систем. Роль российских и советских ученых в	Коллоквиум

	<p>бранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.</p>	<p>развитии мембранной электрохимии. Основные понятия: мембрана и мембранная система.</p> <p>Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем: вольт-амперная характеристика, электропроводность, числа переноса ионов, хронопотенциограмма, частотный спектр электрохимического импеданса.</p> <p>Основные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока.</p> <p>Методы исследования структуры ионообменных мембран: оптическая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия в сочетании с локальным рентгеноспектральным микроанализом, ИК-спектроскопия, порометрия.</p>	
2.	<p>Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока</p>	<p>Вольт-амперная характеристика ионообменной мембраны. Предельный электродиффузионный ток. Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем: статические, динамические; парциальные вольт-амперные характеристики.</p> <p>Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока. Хронопотенциометрия.</p>	Коллоквиум
3.	<p>Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану</p>	<p>Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану. Модифицированный метод Гитторфа для измерения чисел переноса ионов через мембраны, метод рН- и с-стата, метод гидродинамической изоляции. Метод исследования бароэлектродиффузии через мембрану.</p>	Коллоквиум
4.	<p>Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.</p>	<p>Особенность электрохимических систем, их отличие от омических проводников, сложность измерения их характеристик на постоянном токе. Причины появления электрической емкости в мембранных системах.</p> <p>Частотные спектры электрохимического импеданса простейших электрических элементов: омическое сопротивление, конденсатор, индуктивность. Способы выражения частотного спектра импеданса.</p> <p>Основные типы электрохимического импеданса мембранных систем.</p> <p>Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для ис-</p>	Коллоквиум

		следования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	
--	--	---	--

Разделы дисциплины, изучаемые на 3 курсе (для студентов ЗФО)  
*Заочная форма обучения*

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	Введение. История развития методов исследования электрохимических характеристик мембран и мембранных систем. Роль российских и советских ученых в развитии мембранной электрохимии. Основные понятия: мембрана и мембранная система. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем: вольт-амперная характеристика, электропроводность, числа переноса ионов, хронопотенциограмма, частотный спектр электрохимического импеданса. Основные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока. Методы исследования структуры ионообменных мембран: оптическая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия в сочетании с локальным рентгеноспектральным микроанализом, ИК-спектроскопия, порометрия.	Коллоквиум
2.	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока	Вольт-амперная характеристика ионообменной мембраны. Предельный электродиффузионный ток. Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем: статические, динамические; парциальные вольт-амперные характеристики. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока. Хронопотенциометрия.	Коллоквиум

Разделы дисциплины, изучаемые на 4 курсе (для студентов ЗФО)  
*Заочная форма обучения*

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Методы исследования переноса ионов и молекул через	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану. Модифицированный метод Гитторфа для	Коллоквиум



	ионообменную мембрану	измерения чисел переноса ионов через мембраны, метод рН- и <i>c</i> -стата, метод гидродинамической изоляции. Метод исследования бароэлектродиффузии через мембрану.	
2.	Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Особенность электрохимических систем, их отличие от омических проводников, сложность измерения их характеристик на постоянном токе. Причины появления электрической емкости в мембранных системах. Частотные спектры электрохимического импеданса простейших электрических элементов: омическое сопротивление, конденсатор, индуктивность. Способы выражения частотного спектра импеданса. Основные типы электрохимического импеданса мембранных систем. Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Коллоквиум

### 2.3.2 Практические занятия

#### Очная форма обучения

№	Наименование раздела	Тема семинара	Форма текущего контроля
1.	Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем.	Коллоквиум
2.	Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	Коллоквиум
3.	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем.	Коллоквиум.
4.	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока	Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока	Коллоквиум.

5.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану	Модифицированный метод Гитторфа для измерения чисел переноса ионов через мембраны	Коллоквиум.
6.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану	Метод рН- и с-стата. Метод гидродинамической изоляции.	Коллоквиум.
7.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану	Метод исследования бароэлектродиффузии через мембрану.	Коллоквиум.
8.	Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Особенность электрохимических систем, их отличие от омических проводников, сложность измерения их характеристик на постоянном токе. Причины появления электрической емкости в мембранных системах. Частотные спектры электрохимического импеданса простейших электрических элементов: омическое сопротивление, конденсатор, индуктивность. Способы выражения частотного спектра импеданса.	Коллоквиум.
9.	Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Основные типы электрохимического импеданса мембранных систем. Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Коллоквиум.

Разделы дисциплины, изучаемые на 3 курсе (для студентов ЗФО)  
Заочная форма обучения

№	Наименование раздела	Тема семинара	Форма текущего контроля
1.	Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем.	Коллоквиум
2.	Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	Коллоквиум

3.	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем.	Коллоквиум.
----	---	---	-------------

Разделы дисциплины, изучаемые на 4 курсе (для студентов ЗФО)  
*Заочная форма обучения*

№	Наименование раздела	Тема семинара	Форма текущего контроля
1.	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока	Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока	Коллоквиум.
2.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану	Модифицированный метод Гитторфа для измерения чисел переноса ионов через мембраны	Коллоквиум.
3.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану	Метод рН- и с-стата. Метод гидродинамической изоляции.	Коллоквиум.
4.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану	Метод исследования бароэлектродиффузии через мембрану.	Коллоквиум.
5.	Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Особенность электрохимических систем, их отличие от омических проводников, сложность измерения их характеристик на постоянном токе. Причины появления электрической емкости в мембранных системах. Частотные спектры электрохимического импеданса простейших электрических элементов: омическое сопротивление, конденсатор, индуктивность. Способы выражения частотного спектра импеданса.	Коллоквиум.
6.	Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Основные типы электрохимического импеданса мембранных систем. Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Коллоквиум.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

#### Очная форма обучения

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	Исследование поверхности и скола мембраны методом оптической и электронной сканирующей микроскопии.	Защита лабораторной работы
2.	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока.	Измерение динамической вольт-амперных характеристик мембранных систем и переходной характеристики мембранной системы	Защита лабораторной работы
3.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану.	Измерение эффективных чисел переноса в мембранной системе	Защита лабораторной работы
4.	Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Исследование частотного спектра электрохимического импеданса области пространственного заряда в мембранной системе	Защита лабораторной работы

#### Разделы дисциплины, изучаемые на 4 курсе (для студентов ЗФО)

##### Заочная форма обучения

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Основные электрохими-	Исследование поверхности и скола мембраны методом оптической и электрон-	Защита лабораторной работы

	ческие характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.	ной сканирующей микроскопии.	
2.	Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока.	Измерение динамической вольт-амперных характеристик мембранных систем и переходной характеристики мембранной системы	Защита лабораторной работы
3.	Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану.	Измерение эффективных чисел переноса в мембранной системе	Защита лабораторной работы
4.	Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.	Исследование частотного спектра электрохимического импеданса области пространственного заряда в мембранной системе	Защита лабораторной работы

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

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Введение. Основные электрохимические	Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева, – М.: Научный мир, 2013. Режим доступа:

	<p>характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран.</p>	<p><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1</a></p> <p>Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем. Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2009. 137 с.</p> <p>Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008. 568 с.</p> <p>Угрянская В.А., Чикин Г.А., Селеменев В.Ф., Завьялова Г.А. Инфракрасная спектроскопия ионообменных материалов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1989. 208 с.</p> <p>Криштал М.М., Ясников И.С., Полуин В.И., Филатов А.М., Ульянчиков А.Г. Сканирующая электронная микроскопия и рентгено-спектральный микроанализ в примерах практического применения. М.: Техносфера, 2009. 206 с.</p> <p>Вознесенский Э. Ф., Шарифуллин Ф. С., Абдуллин И. Ш. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии: учебное пособие : [электронный ресурс] / М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. - 184 с.</p> <p><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=428294&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=428294&amp;sr=1</a></p> <p>Кларк Э.Р., Эберхардт К.Н. Микроскопические методы исследования материалов. М.: Техносфера, 2007. 371 с.</p>
2.	<p>Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока</p>	<p>Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева, – М.: Научный мир, 2013. Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1</a></p> <p>Галюс З. Теоретические основы электрохимического анализа. М.: Мир, 1974. 552 с.</p>
3.	<p>Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану</p>	<p>Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева, – М.: Научный мир, 2013. Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1</a></p>
4.	<p>Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования областей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах.</p>	<p>Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева, – М.: Научный мир, 2013. Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1</a></p> <p>Галюс З. Теоретические основы электрохимического анализа. М.: Мир, 1974. 552 с.</p> <p>Иванов-Шиц А.К., Мурин И.В. Ионика твердого тела. : В 2 т. Т.1 СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2000. 616 с.</p>

#### 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	Выполнение лабораторных работ	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.
2	Самостоятельная работа студентов	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.

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,

### **3. Образовательные технологии**

При реализации учебной работы по освоению курса «Современные методы исследования в мембранной электрохимии» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателя.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

## **Контрольные вопросы для коллоквиумов**

### **Вопросы для коллоквиума по теме «Введение. Основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. Методы исследования структуры объема и поверхности, природы и состава ионообменных мембран»**

1. Назовите основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. С какими свойствами или процессами мембранных систем они связаны?
2. Какие методы исследования структуры объема и поверхности ионообменных мембран известны?
3. Какую информацию можно извлечь, анализируя вольт-амперную характеристику мембранной системы?
4. От каких факторов зависит электропроводность мембраны?
5. О чего зависят значения чисел переноса ионов через ионообменную мембрану? Почему числа переноса коионов не равны нулю, а из значения зависят от концентрации электролитов в растворах около мембраны?
6. Что называют хронопотенциограммой мембранной системы? Какие процессы протекают в мембранной системе в процессе измерения хронопотенциограммы?
7. Какая величина называется электрохимическим импедансом мембранной системы?
8. В каких случаях для исследования ионообменных мембран целесообразно применять оптическую микроскопию?
9. Какую информацию о поверхности ионообменных мембран, частицах веществ-модификаторов, о порах в ионообменных мембранах можно извлечь из электронно-микроскопических снимков?
10. Какие требования предъявляются к образцам ионообменных мембран, которые планируется исследовать методом электронной микроскопии, методом локального рентгеноспектрального микроанализа?
11. Как готовят образцы ионообменных мембран для исследования методом ИК-спектроскопии?
12. Какие методы измерения размеров пор известны? В чем преимущества и недостатки этих методов?

### **Вопросы для коллоквиума по теме «Методы исследования вольт-амперных характеристик мембранных систем. Переходные процессы в мембранной системе, происходящие при включении постоянного тока»**

1. Как измеряется разность потенциалов на ионообменной мембране? Какие предосторожности необходимо принимать для правильного её измерения?
2. Какие электроды применяются при измерении разности потенциалов на ионообменной мембране? В чем их преимущества и недостатки?



3. Поясните вид вольт-амперной характеристики мембраны и мембранной системы, её особенности, процессы, происходящие в мембранной системе на различных участках вольт-амперной характеристики.
4. Как влияет скорость развертки тока на вид динамической вольт-амперной характеристики мембранной системы?
5. Какие известны методы определения предельного электродиффузионного тока в мембранной системе?
6. В чем преимущества метода «вращающегося мембранного диска» перед методами исследования с неподвижной мембраной?
7. Что называют хронопотенциограммой мембранной системы? Какие процессы протекают в мембранной системе на различных участках хронопотенциограммы?
8. Чем определяется время наступления стационарного состояния в мембранной системе?
9. Какие характеристики мембранной системы и как можно рассчитать, используя хронопотенциограмму?

**Вопросы для коллоквиума по теме «Методы исследования переноса ионов и молекул через ионообменную мембрану»**

1. Виды чисел переноса. От чего зависят числа переноса ионов через мембрану?
2. Какие методы измерения чисел переноса ионов через отдельную мембрану известны? В чем их преимущества и недостатки?
3. В чем заключается различие в применении метода Гитторфа в классической электрохимии и мембранной электрохимии для измерения чисел переноса ионов? Выведите формулу для расчёта чисел переноса ионов через ионообменную мембрану, используемую в этом методе.
4. Какие экспериментальные данные необходимо получить в методе рН- и с-стата для того, чтобы рассчитать числа переноса ионов через мембрану? Выведите формулы для расчёта чисел переноса противоионов, ко-ионов, ионов водорода (гидроксила) через ионообменную мембрану, используемые в этом методе.
5. Как и для чего создается «гидродинамическая изоляция» в методе гидродинамической изоляции, используемого для измерения чисел переноса ионов через мембрану?
6. В чем заключается сложность измерения чисел переноса ионов через отдельную мембрану?
7. В каких случаях осмос, электроосмос и бароэлектродиффузия существенно влияют на характеристики мембранного процесса?
8. Объясните механизм влияния разности давления, приложенной к ионообменной мембране, на числа переноса ионов через эту мембрану.

**Вопросы для коллоквиума по теме «Применение метода частотного спектра электрохимического импеданса для исследования обла-**

### **стей пространственного заряда на границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» в мембранных системах»**

1. Почему в мембранных системах на межфазных границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» возникает электрическая емкость?
2. Что называют частотным спектром электрохимического импеданса? Как его измеряют?
3. Какие особенности измерительной электрохимической ячейки и другие факторы вносят погрешности при измерении электрохимического импеданса мембраны?
4. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса простейших электрических элементов: омическое сопротивление, конденсатор, индуктивность. Какими уравнениями они описываются?
5. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса эквивалентных схем, составленных из простейших электрических элементов: омического сопротивления, конденсатора, индуктивности? Какими уравнениями они описываются?
6. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса элемента постоянной фазы, Варбурга для диффузии в полубесконечной области и в ограниченной области, Гершера для гомогенной химической реакции? Какими уравнениями они описываются?
7. Какие характеристики мембранных систем позволяет рассчитать метод частотного спектра электрохимического импеданса?
8. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса мембранных систем? Какие процессы в мембранных системах они отражают?

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

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет) для студентов ОФО**

#### **Вопросы для подготовки к зачету**

1. Назовите основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. С какими свойствами или процессами мембранных систем они связаны?
2. Какие методы исследования структуры объема и поверхности ионообменных мембран известны?
3. Какую информацию можно извлечь, анализируя вольт-амперную характеристику мембранной системы?
4. От каких факторов зависит электропроводность мембраны?
5. О чего зависят значения чисел переноса ионов через ионообменную мембрану? Почему числа переноса коионов не равны нулю, а из значения зависят от концентрации электролитов в растворах около мембраны?

6. Что называют хронопотенциограммой мембранной системы? Какие процессы протекают в мембранной системе в процессе измерения хронопотенциограммы?
7. Какая величина называется электрохимическим импедансом мембранной системы?
8. В каких случаях для исследования ионообменных мембран целесообразно применять оптическую микроскопию?
9. Какую информацию о поверхности ионообменных мембран, частицах веществ-модификаторов, о порах в ионообменных мембранах можно извлечь из электронно-микроскопических снимков?
10. Какие требования предъявляются к образцам ионообменных мембран, которые планируется исследовать методом электронной микроскопии, методом локального рентгеноспектрального микроанализа?
11. Как готовят образцы ионообменных мембран для исследования методом ИК-спектроскопии?
12. Какие методы измерения размеров пор известны? В чем преимущества и недостатки этих методов?
13. Как измеряется разность потенциалов на ионообменной мембране? Какие предосторожности необходимо принимать для правильного её измерения?
14. Какие электроды применяются при измерении разности потенциалов на ионообменной мембране? В чем их преимущества и недостатки?
15. Поясните вид вольт-амперной характеристики мембраны и мембранной системы, её особенности, процессы, происходящие в мембранной системе на различных участках вольт-амперной характеристики.
16. Как влияет скорость развертки тока на вид динамической вольт-амперной характеристики мембранной системы?
17. Какие известны методы определения предельного электродиффузионного тока в мембранной системе?
18. В чем преимущества метода «вращающегося мембранного диска» перед методами исследования с неподвижной мембраной?
19. Что называют хронопотенциограммой мембранной системы? Какие процессы протекают в мембранной системе на различных участках хронопотенциограммы?
20. Чем определяется время наступления стационарного состояния в мембранной системе?
21. Какие характеристики мембранной системы и как можно рассчитать, используя хронопотенциограмму?
22. Виды чисел переноса. От чего зависят числа переноса ионов через мембрану?
23. Какие методы измерения чисел переноса ионов через отдельную мембрану известны? В чем их преимущества и недостатки?
24. В чем заключается различие в применении метода Гитторфа в классической электрохимии и мембранной электрохимии для измерения чи-

- сел переноса ионов? Выведите формулу для расчёта чисел переноса ионов через ионообменную мембрану, используемую в этом методе.
25. Какие экспериментальные данные необходимо получить в методе рН- и с-стата для того, чтобы рассчитать числа переноса ионов через мембрану? Выведите формулы для расчёта чисел переноса противоионов, катионов, ионов водорода (гидроксила) через ионообменную мембрану, используемые в этом методе.
  26. Как и для чего создается «гидродинамическая изоляция» в методе гидродинамической изоляции, используемого для измерения чисел переноса ионов через мембрану?
  27. В чем заключается сложность измерения чисел переноса ионов через отдельную мембрану?
  28. В каких случаях осмос, электроосмос и бароэлектродиффузия существенно влияют на характеристики мембранного процесса?
  29. Объясните механизм влияния разности давления, приложенной к ионообменной мембране, на числа переноса ионов через эту мембрану.
  30. Почему в мембранных системах на межфазных границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» возникает электрическая емкость?
  31. Что называют частотным спектром электрохимического импеданса? Как его измеряют?
  32. Какие особенности измерительной электрохимической ячейки, процедуры измерения и другие факторы вносят погрешности при измерении электрохимического импеданса мембраны?
  33. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса простейших электрических элементов: омического сопротивления, конденсатора, индуктивности? Какими уравнениями они описываются?
  34. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса эквивалентных схем, составленных из простейших электрических элементов: омическое сопротивление, конденсатор, индуктивность. Какими уравнениями они описываются?
  35. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса элемента постоянной фазы, Варбурга для диффузии в полубесконечной области и в ограниченной области, Геришера для гомогенной химической реакции? Какими уравнениями они описываются?
  36. Какие характеристики мембранных систем позволяет рассчитать метод частотного спектра электрохимического импеданса?
  37. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса мембранных систем? Какие процессы в мембранных системах они отражают?

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет) для студентов ЗФО**

**Вопросы для подготовки к зачету на 3 курсе**

1. Назовите основные электрохимические характеристики мембран и мембранных систем. С какими свойствами или процессами мембранных систем они связаны?
2. Какие методы исследования структуры объема и поверхности ионообменных мембран известны?
3. Какую информацию можно извлечь, анализируя вольт-амперную характеристику мембранной системы?
4. От каких факторов зависит электропроводность мембраны?
5. О чего зависят значения чисел переноса ионов через ионообменную мембрану? Почему числа переноса коионов не равны нулю, а из значения зависят от концентрации электролитов в растворах около мембраны?
6. Что называют хронопотенциограммой мембранной системы? Какие процессы протекают в мембранной системе в процессе измерения хронопотенциограммы?
7. Какая величина называется электрохимическим импедансом мембранной системы?
8. В каких случаях для исследования ионообменных мембран целесообразно применять оптическую микроскопию?
9. Какую информацию о поверхности ионообменных мембран, частицах веществ-модификаторов, о порах в ионообменных мембранах можно извлечь из электронно-микроскопических снимков?
10. Какие требования предъявляются к образцам ионообменных мембран, которые планируется исследовать методом электронной микроскопии, методом локального рентгеноспектрального микроанализа?
11. Как готовят образцы ионообменных мембран для исследования методом ИК-спектроскопии?
12. Какие методы измерения размеров пор известны? В чем преимущества и недостатки этих методов?
13. Как измеряется разность потенциалов на ионообменной мембране? Какие предосторожности необходимо принимать для правильного её измерения?
14. Какие электроды применяются при измерении разности потенциалов на ионообменной мембране? В чем их преимущества и недостатки?
15. Поясните вид вольт-амперной характеристики мембраны и мембранной системы, её особенности, процессы, происходящие в мембранной системе на различных участках вольт-амперной характеристики.
16. Как влияет скорость развертки тока на вид динамической вольт-амперной характеристики мембранной системы?
17. Какие известны методы определения предельного электродиффузионного тока в мембранной системе?

18. В чем преимущества метода «вращающегося мембранного диска» перед методами исследования с неподвижной мембраной?
19. Что называют хронопотенциограммой мембранной системы? Какие процессы протекают в мембранной системе на различных участках хронопотенциограммы?
20. Чем определяется время наступления стационарного состояния в мембранной системе?
21. Какие характеристики мембранной системы и как можно рассчитать, используя хронопотенциограмму?

#### **Вопросы для подготовки к зачету на 4 курсе**

1. Виды чисел переноса. От чего зависят числа переноса ионов через мембрану?
2. Какие методы измерения чисел переноса ионов через отдельную мембрану известны? В чем их преимущества и недостатки?
3. В чем заключается различие в применении метода Гитторфа в классической электрохимии и мембранной электрохимии для измерения чисел переноса ионов? Выведите формулу для расчёта чисел переноса ионов через ионообменную мембрану, используемую в этом методе.
4. Какие экспериментальные данные необходимо получить в методе рН- и с-стата для того, чтобы рассчитать числа переноса ионов через мембрану? Выведите формулы для расчёта чисел переноса противоионов, коионов, ионов водорода (гидроксила) через ионообменную мембрану, используемые в этом методе.
5. Как и для чего создается «гидродинамическая изоляция» в методе гидродинамической изоляции, используемого для измерения чисел переноса ионов через мембрану?
6. В чем заключается сложность измерения чисел переноса ионов через отдельную мембрану?
7. В каких случаях осмос, электроосмос и бароэлектродиффузия существенно влияют на характеристики мембранного процесса?
8. Объясните механизм влияния разности давления, приложенной к ионообменной мембране, на числа переноса ионов через эту мембрану.
9. Почему в мембранных системах на межфазных границах «мембрана – раствор» и «катионообменник – анионообменник» возникает электрическая емкость?
10. Что называют частотным спектром электрохимического импеданса? Как его измеряют?
11. Какие особенности измерительной электрохимической ячейки, процедуры измерения и другие факторы вносят погрешности при измерении электрохимического импеданса мембраны?
12. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса простейших электрических элементов: омического сопротивления, конденсатора, индуктивности? Какими уравнениями они описываются?

13. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса эквивалентных схем, составленных из простейших электрических элементов: омическое сопротивление, конденсатор, индуктивность. Какими уравнениями они описываются?
14. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса элемента постоянной фазы, Варбурга для диффузии в полубесконечной области и в ограниченной области, Геришера для гомогенной химической реакции? Какими уравнениями они описываются?
15. Какие характеристики мембранных систем позволяет рассчитать метод частотного спектра электрохимического импеданса?
16. Какой вид имеют частотные спектры электрохимического импеданса мембранных систем? Какие процессы в мембранных системах они отражают?

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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Аспиранты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу аспиранта по дисциплине, оценить полученные теоретические знания, их прочность,

развитие творческого мышления, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения зачета в устной форме установлена на заседании кафедры. Преподавателю предоставляется право задавать аспирантам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины. Результат сдачи зачета заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценка «Зачтено» выставляется аспиранту, если ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется умение аргументировать собственную точку зрения, выбирать правильные экспериментальные методы для изучения электродных систем, устанавливать причинно-следственные связи между процессами, протекающими в электрохимических системах;

Оценка «Незачтено» выставляется, если ответ обнаруживает отсутствие знания основного содержания данной дисциплины.

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

### **5.1 Основная литература:**

1. Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева, – М.: Научный мир, 2013. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=468334&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468334&sr=1)
2. Криштал М.М., Ясников И.С., Полунин В.И., Филатов А.М., Ульяненок А.Г. Сканирующая электронная микроскопия и рентгено-спектральный микроанализ в примерах практического применения. М.: Техносфера, 2009. 206 с.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем. Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2009. 137 с.
2. Галюс З. Теоретические основы электрохимического анализа. М.: Мир, 1974. 552 с.
3. Иванов-Шиц А.К., Мурин И.В. Ионика твердого тела. : В 2 т. Т.1 СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2000. 616 с.
4. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008. 568 с.
5. Углянская В.А., Чикин Г.А., Селеменев В.Ф., Завьялова Г.А. Инфракрасная спектроскопия ионообменных материалов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1989. 208 с.
6. Вознесенский Э. Ф., Шарифуллин Ф. С., Абдуллин И. Ш. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии: учебное пособие : [электронный ресурс] / М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. - 184 с. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=428294&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=428294&sr=1)



7. Кларк Э.Р., Эберхардт К.Н. Микроскопические методы исследования материалов. М.: Техносфера, 2007. 371 с.

### **5.3. Периодические издания:**

1. Журнал "Электрохимия".
2. Успехи химии

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

Русское мембранное общество «Мембраны и мембранные технологии»:

<http://memtech.ru/index.php/ru/>

КубГУ, кафедра физической химии:

<http://www.kubsu.ru/University/departments/CHEM/physchem/>

НОЦ Южный мембранный центр: [www.mtc.kubsu.ru](http://www.mtc.kubsu.ru)

ЗАО РМЦ "Югтехинформ" Лаборатория мембран и мембранных процессов: <http://techresearch.ru/lmmp.htm>

ScienceDirect – сайт предоставляющий доступ к научным публикациям

<http://www.sciencedirect.com/>

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие аспиранта 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 аспирантами 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, аспирантам 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. Попытайтесь 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.

#### Подготовка к практическим занятиям и коллоквиумам

Подготовка к практическим занятиям и коллоквиумам аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе с дальнейшим их разбором, или обсуждением на практических занятиях и коллоквиумах.

#### 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.

Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

При освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предусмотрено проведение индивидуальной учебной работы (консультаций) – дополнительного разъяснения учебного материала. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

### 8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Microsoft Windows 8, 10
2. Microsoft Office Professional Plus

Программное обеспечение к измерителям импеданса.

### 8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

eLIBRARY – Научная электронная библиотека (Москва)  
<http://www.elibrary.ru/>

Scopus – библиографическая и реферативная база данных, опубликованных в научных изданиях <http://www.scopus.com/>

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

Для проведения занятий по дисциплине имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория (ауд. 343с, 328с), оснащенная учебной мебелью, компьютером с соответствующим программным обеспечением (Windows, Microsoft Office), переносным проектором, меловой доской.
2.	Семинарские занятия	Аудитория (ауд. 343с, 328с), оснащенная учебной мебелью, компьютером с соответствующим программным обеспечением (Windows, Microsoft Office), переносным проектором, меловой доской.
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория электромембранного синтеза № 330с, укомплектованная специализированной мебелью, лабораторными установками и измерительными приборами для исследования мембран и мембранных систем: потенциостат-гальваностат Р-30I, импедансметр Z-1000P, измеритель-анализатор импеданса, вольтамперных и переходных характеристик мембран, потенциостат-гальваностат Autolab PGSTAT 100N, рН-метр иономер ЭКСПЕРТ-001, титратор автоматический TitroLine 6000, иономер И-130 – 3 шт., кондуктометр ЭКСПЕРТ-002, фотометр фотоэлектрический КФК-3, вольтметр универсальный В7-78/1, вольтметр универсальный В7-34А, источник питания постоянного тока Б5-50 – 3 шт., весы электронные лабораторные НР-120, насос перистальтический ЛАБ-НП-1 – 3 шт., термостат жидкостной ЛАБ-ТЖ-ТС-01, перемешивающее устройство ЛАБ-ПУ-01.  Лаборатория электромембранных явлений № 326с, укомплектованная специализированной мебелью, лабораторными установками и измерительными приборами для ис-

		<p>следования мембран и мембранных систем: потенциостат Autolab PGSTAT 100 N; источник тока-вольтметр Keithley 2200-60-2 ; источник тока-вольтметр Keithley 2100/E ; нановольтметр Keithley 6221/2182 А; вольтметр универсальный В7-71/1; насос шприцевой Dixon Instillar 1428; рН метр – иономер Эксперт-001; кондуктометр Эксперт-002; насос перистальтический многоканальный Heidolph Pumpdrive 5001; рН метр FER20-АТС Kit рН; кондуктометр FER30-KIT; весы аналитические Ohaus PA 214С; анализатор влагосодержания Ohaus MB-25; термостат Isotemp 6200 Н7; сушильный шкаф BINDER FD 1150; сушильный шкаф Binder FD 53; шейкер экоприбор; мешалка Heidolph; мешалка ЛАБ-ПУ-01; термостат ТЖ-ТС-01; программатор ПР-8; потенциостат ПИ-50-1.1; плитка электрическая ШЛФ С-MAG HS 7; насос перистальтический одноканальный; рабочая станция.</p>
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория, укомплектованная учебной мебелью (ауд. 343С, № 328С, № 334С)
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий (ауд. № 343С, № 328С, № 334С), оснащенная учебной мебелью
6.	Самостоятельная работа	Аудитории, оснащенные учебной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (№ 140, № 341С, № 329С)