

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  
\_\_\_\_\_ 2018

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.1.1 ЭЛЕКТРОХИМИЯ НАНОСИСТЕМ**

Направление подготовки  
**04.06.01 Химические науки**

Направленность (профиль) программы  
**02.00.05 Электрохимия**

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

Форма обучения  
**очная, заочная**

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.1.1 «Электрохимия наносистем» разработана 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.

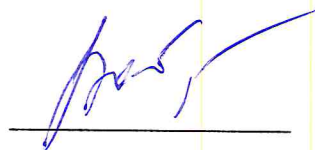
Рабочую программу составил:

профессор кафедры  
физической химии, д-р хим. наук, проф. Кононенко Н.А.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической химии «10» апреля 2018 г. протокол № 11.

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



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета 20 апреля 2018 г, протокол № 5.

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



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



## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель дисциплины**

Изучение электродных и электромембранных систем с учетом современных представлений о формировании наночастиц, ион-дипольных кластеров на межфазных границах и их влияния на комплекс электрохимических характеристик и параметров электродных и электромембранных процессов.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- сформировать знания об электрохимическом равновесии в мембранных и электродных системах с участием наночастиц;
- обеспечить усвоение теоретических основ и закономерностей кинетики электромембранных процессов;
- выявить роль наноразмерных эффектов в механизме формирования потенциалов и процессах гидратации в электромембранных системах.

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

Дисциплина «Электрохимия наносистем» является дисциплиной по выбору вариативной части и относится к блоку Б.1 «Дисциплины» учебного плана направления подготовки 04.06.01 Химические науки, направленность 02.00.05 Электрохимия.

Изучению дисциплины «Электрохимия наносистем» должно предшествовать изучение дисциплины «Физикохимия ионообменных материалов». Изучение данной дисциплины является основой для дисциплины «Фундаментальные основы оптимизации и интенсификации мембранных процессов». Полученные в ходе освоения дисциплины знания, умения и навыки могут быть полезными при выполнении научных исследований, а также в ходе научно-производственной практики.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-1 и 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	теоретические основы протекания электрохимических процессов		

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	наносистемах <b>(Шифр: 3 (ОПК-1) – 2)</b>		
2.	ПК-1	Способностью применять основные принципы, теории и концепции современной электрохимии для решения фундаментальных и прикладных задач	назначение, область применения, классификацию и принцип действия наноматериалов; методы исследования их структуры и физико-химических характеристик <b>(Шифр: 3 (ПК-1)-3)</b>	использовать наноматериалы в различных технологиях <b>(Шифр: У (ПК-1) -2)</b>	основными понятиями и терминологией в области синтетических полимерных материалов; методиками измерения физико-химических характеристик ионообменных наноматериалов <b>(Шифр: В (ПК-1) -3)</b>

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Год обучения			
		<u>2</u>			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	20	20			
В том числе:					
Занятия лекционного типа	8	8			
Лабораторные занятия	12	12			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	97	97			

В том числе:					
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	50	50			
Подготовка к текущему контролю	47	47			
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	27	27			
Общая трудоемкость	час	<u>144</u>	<u>144</u>		
	зач. ед.	<u>4</u>	<u>4</u>		

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ЗФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Год обучения			
		<u>3</u>	<u>4</u>		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	20	8	12		
В том числе:					
Занятия лекционного типа	8	4	4		
Лабораторные занятия	12	4	8		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	94	64	30		
В том числе:					
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	54	34	20		
Подготовка к текущему контролю	40	30	10		
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	30		30		
Общая трудоемкость	час	<u>144</u>	<u>72</u>	<u>72</u>	
	зач. ед.	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые на втором году обучения (для студентов ОФО)

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Общая характеристика наносистем	28	2			26
2.	Транспорт ионов и воды в нанокompозитных мембранах	36	2		4	30
3.	Поляризационные явления в электродных и электромембранных системах в присутствии наночастиц	27	2		4	21
4.	Модифицированные нанокompозитные мембраны	26	2		4	20
	Контроль	27				
	<i>Всего:</i>	144	8		12	97

Разделы дисциплины, изучаемые на третьем году обучения (для студентов ЗФО)

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Общая характеристика наносистем	26	2			24
2.	Транспорт ионов и воды в нанокompозитных мембранах	46	2		4	40
	<i>Итого:</i>	72	4		4	64

Разделы дисциплины, изучаемые на четвертом году обучения (для студентов ЗФО)

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Поляризационные явления в электродных и электромембранных системах в присутствии наночастиц	21	2		4	15
2.	Модифицированные нанокompозитные мембраны	21	2		4	15
	Контроль	30				
	<i>Итого:</i>	72	4		8	30
	<i>Итого по дисциплине:</i>	144	8		12	94

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Общая характеристика наносистем	Основные понятия и классификация наносистем. Синтез полимерных наноматериалов. Получение гомогенных и гетерогенных мембран. Классификация и получение катализаторов на полимерной основе. Физико-химические свойства синтетических мембран. Методы исследования структуры наноматериалов	Устный опрос
2.	Транспорт ионов и воды в нанокompозитных мембранах	Механизм проводимости нанокompозитных мембран. Электроосмотические явления в мембранной системе, сопряженный перенос молекул воды с ионами в электрическом поле и специфика электрокинетических явлений при переносе воды с протонами. Наноразмерные гидратированные комплексы в электрическом поле.	Устный опрос
3.	Поляризационные явления в электродных и мембранных системах в присутствии наночастиц	Концентрационная и электрохимическая поляризация в электродных системах. Основные уравнения для плотности поляризующего тока. Поляризационные явления в электромембранных системах в зависимости от природы и содержания наночастиц в объеме и на поверхности. Анализ вольтамперных характеристик.	Устный опрос
4.	Модифицированные нанокompозитные мембраны	Введение модифицирующих веществ в наноразмерные полости полимерных матриц. Комплекс электротранспортных свойств ионообменных мембран в зависимости от природы модифицирующих добавок.	Устный опрос

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

*Не предусмотрены*

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Транспорт ионов и воды в нанокompозитных мембранах	Изучение электропроводности нанокompозитных мембран Определение электроосмотической проницаемости нанокompозитных мембран	Защита лабораторной работы

2.	Поляризационные явления в электродных и мембранных системах в присутствии наночастиц	Измерение вольтамперных кривых в мембранной системе	Защита лабораторной работы
3.	Модифицированные нанокompозитные мембраны	Измерение чисел переноса ионов в модифицированных нанокompозитных мембранах	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 с дальнейшим их обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных, библиотечным фондам и сети Интернет.

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Общая характеристика наносистем	1. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: Учебное пособие. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 365 с. 2. Кононенко, Н.А., Фоменко, М.А., Березина, Н.П., Вольфович, Ю.М. Пористая структура мембранных материалов. Учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013. 121 с.
2.	Транспорт ионов и воды в нанокompозитных мембранах	1. Кононенко Н.А., Березина Н.П. Методы исследования и характеристики мембран. Глава в кн.: Мембраны и мембранные технологии. С.402-455 / Коллектив авторов. Отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2013. – 612 с. <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> 2. Гнусин Н.П., Кононенко Н.А. Электромассоперенос в ионных проводниках: Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2014.
3.	Поляризационные явления в электродных и мембранных системах в присутствии наночастиц	1. Кононенко Н.А., Березина Н.П. Методы исследования и характеристики мембран. Глава в кн.: Мембраны и мембранные технологии. С.402-455 / Коллектив авторов. Отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2013. – 612 с. 2. Гнусин Н.П., Кононенко Н.А. Электромассоперенос в ионных проводниках: Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2011.
4.	Модифицированные нанокompозитные мембраны	1. Мембраны и мембранные технологии. / Отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2013. – 612 с. <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> 2. Кононенко, Н.А., Фоменко, М.А., Березина, Н.П.,



		Вольфкович, Ю.М. Пористая структура мембранных материалов. Учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013. 121 с.
--	--	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья 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. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации. В рамках практических и лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, метод конкретных ситуаций.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателя. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой педагогический опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии. 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 занятий (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
	Л	Лекция-презентация: мембранная вольтамперометрия.	2

3	ЛР	Измерение вольтамперных кривых в мембранной системе	2
	Итого:		4

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 текущей аттестации**

Вопросы для устного опроса по теме «Общая характеристика наносистем»:

1. Классификация наносистем.
2. Физико-химические свойства синтетических мембран.
3. Способы определения обменной емкости ионообменных мембран.
4. Методы исследования структуры наноматериалов.
5. Пористость нанокompозитных мембран и методы ее оценки.

Вопросы для устного опроса по теме «Транспорт ионов и воды в нанокompозитных мембранах» и при защите лабораторной работы «Изучение электропроводности нанокompозитных мембран»:

1. Перенос ионов в нанокompозитных мембранах в электрическом поле.
2. Концентрационная зависимость удельной электропроводности растворов и мембран.
3. Сопряженный перенос молекул воды с ионами в синтетических мембранах.
4. Способы определения электроосмотической проницаемости мембран.
5. Факторы, влияющие на электроосмотическую проницаемость мембран.

Вопросы для устного опроса по теме «Поляризационные явления в электродных и мембранных системах в присутствии наночастиц» и при защите лабораторной работы «Измерение вольтамперных кривых в мембранной системе»:

1. Поляризационные явления в электродных и мембранных системах.
2. Сопряженные эффекты концентрационной поляризации в электромембранной системе.
3. Факторы, влияющие на величину предельного тока в электромембранной системе.
4. Способы определения величины предельного тока.
5. Особенности вольтамперной кривой нанокompозитных мембран.

Вопросы для устного опроса по теме «Модифицированные нанокompозитные мембраны» и при защите лабораторной работы

«Измерение чисел переноса ионов в модифицированных нанокompозитных мембранах»:

1. Методы модифицирования ионообменных мембран.
2. Влияние модифицирования мембран органическими компонентами на их селективность.
3. Способы определения чисел переноса ионов через мембрану.
4. Модифицирование мембран неорганическими компонентами.
5. Модифицирование нанокompозитных мембран для применения в топливных элементах.

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

### **4.2.1 Вопросы для подготовки к зачету (для студентов ЗФО)**

1. Классификация наносистем.
2. Физико-химические свойства синтетических мембран.
3. Способы определения обменной емкости ионообменных мембран.
4. Методы исследования структуры наноматериалов.
5. Перенос ионов в нанокompозитных мембранах в электрическом поле.
6. Концентрационная зависимость удельной электропроводности растворов и мембран.
7. Сопряженный перенос молекул воды с ионами в синтетических мембранах.
8. Способы определения электроосмотической проницаемости мембран.
9. Факторы, влияющие на электроосмотическую проницаемость мембран.
10. Селективность нанокompозитных мембран.

### **4.2.2 Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Общая характеристика наносистем
2. Основные понятия и классификация наносистем.
3. Получение гомогенных и гетерогенных мембран.
4. Подходы к характеристике мембранных материалов.
5. Физико-химические свойства синтетических мембран.
6. Методы исследования структуры наноматериалов.
7. Экспериментальные методы определения электропроводности на постоянном и переменном токах.
8. Состояние ионов и воды в нанокompозитных мембранах.
9. Перенос воды через мембрану. Осмос и электроосмос.

10. Граница раздела мембрана-раствор.
11. Мембранный потенциал и методы его измерения.
12. Селективность нанокompозитных мембран.
13. Поляризационные явления в электродной системе.
14. Поляризационные явления в электромембранной системе.
15. Вольтамперные характеристики мембранной системы.
16. Предельное состояние.
17. Сопряженные эффекты концентрационной поляризации.
18. Сверхпредельное состояние. Диссоциация воды. Нарушение электронейтральности.
19. Модифицирование мембран. Нанокompозитные мембраны с ион-электронным механизмом проводимости.
20. Комплекс электротранспортных свойств ионообменных мембран в зависимости от природы модифицирующих добавок.

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.

## 4.2.2 Пример экзаменационных билетов

КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет химии и высоких технологий  
Кафедра физической химии  
Экзамен по дисциплине «Электрохимия наносистем»  
Направление подготовки – 04.06.01 Химические науки  
Профиль программы – 02.00.05 Электрохимия

### Билет № 1

1. Классификация наносистем.
2. Поляризационные явления в системах с нанокompозитными мембранами.
3. Методы определения электропроводности нанокompозитных мембран.

Зав. кафедрой физ. химии

В.И.Заболоцкий

Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом. Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устный ответ на вопросы экзаменационного билета. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заноситься преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

### Критерии оценки ответа:

**оценка «отлично»:** глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, логически последовательные, полные, грамматически правильные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах языкового материала, представленного в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

**оценка «хорошо»:** твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, последовательные, правильные, конкретные ответы

на поставленные вопросы при свободном реагировании на замечания по отдельным вопросам;

**оценка «удовлетворительно»:** знание и понимание основных вопросов программы, наличие несущественных ошибок при недостаточной способности их корректировки, наличие определенного количества (не более 50%) ошибок в освещении отдельных вопросов билета;

**оценка «неудовлетворительно»:** непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые фактические ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменатора.

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

### **5.1 Основная литература:**

1. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94117>. — Загл. с экрана.
2. Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева. М.: Научный мир, 2013. — 611 с. 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)
3. Березина, Н.П. Электрохимия мембранных систем [Текст] : учебное пособие / Н. П. Березина ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубан. гос. ун-т. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2009. - 137 с. : ил. - Библиогр.: с. 129-135. - ISBN 9785820906961

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Кононенко, Н.А., Фоменко, М.А., Березина, Н.П., Вольфкович, Ю.М. Пористая структура мембранных материалов. Учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013. 121 с.
2. Гнусин Н.П., Кононенко Н.А. Электромассоперенос в ионных проводниках: Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2011.
3. Электрохимия нанокompозитов металл-ионообменник / Т. А. Кравченко, Е. В. Золотухина, М. Ю. Чайка, А. Б. Ярославцев ; Рос. акад. наук, Ин-т общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова, М-во образования и науки, Воронежский гос. ун-т. - Москва : Наука, 2013. - 364 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 9785020381421.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### 5.3. Периодические издания:

Журнал физической химии.  
Электрохимия  
Высокомолекулярные соединения  
Журнал прикладной химии  
Известия РАН. Серия: Химическая  
Кинетика и катализ  
Коллоидный журнал  
Перспективные материалы  
Теоретическая и экспериментальная химия  
Успехи химии

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

1. <http://www.memtech.ru> – Российское мембранное общество
2. <http://www.mtc.kubsu.ru/> - НОЦ Южный мембранный центр
3. <http://www.nanometer.ru/> - Нанометр-Нанотехнологическое сообщество
4. Библиотека портала РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
5. КубГУ, кафедра физической химии:  
<http://www.kubsu.ru/University/departments/CHEM/physchem/>
6. Мембраны и мембранные технологии / под ред. Ярославцева А.Б. М.: Научный мир, 2013. 612 с. [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_1916784#1](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1916784#1)
7. <http://www.sciencedirect.com> – полнотекстовая научная база данных международного издательства Elsevier.
8. <http://apps.webofknowledge.com/> - мультидисциплинарная реферативно-библиографическая база данных Института научной информации США (Institute for Scientific Information, ISI), представленная на платформе Web of Knowledge компании Thompson Reuters.
9. [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - Scopus (SciVerse Scopus) мультидисциплинарная библиографическая и реферативная база данных, созданная издательской корпорацией Elsevier.
10. <http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка».

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активную, творческую работу аспиранта на занятиях лекционного и семинарского типа, а также во время выполнения лабораторных работ.

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.

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

На самостоятельное изучение раздела 1 «Общая характеристика наносистем» отводится 20 часов. Аспиранты должны детально изучить методы исследования структуры и физико-химических свойств наноматериалов и синтетических мембран, используя учебные пособия Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: Учебное пособие. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 365 с. и Кононенко, Н.А., Фоменко, М.А., Березина, Н.П., Вольфкович, Ю.М. «Пористая структура мембранных материалов».

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Структура мембран: мультиплеты, кластеры.
2. Набухание мембран.
3. Методы исследования структуры нанокompозитных мембран в зависимости от уровня их гетерогенности.
4. Физико-химические методы исследования структуры: оптические (СЭМ, АСМ); метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК); термогравиметрический анализ (ТГА), термомеханический анализ (ТМА), резонансные (ЯМР, ПМР), рентгеноструктурный анализ, ИК-спектроскопия.
5. Механические свойства ионообменных материалов. Термическая и химическая устойчивость мембран.
6. Пористость синтетических мембран и методы ее оценки. Возможности метода контактной эталонной порометрии.

Для самостоятельного изучения раздела 2 «Транспорт ионов и воды в нанокompозитных мембранах» аспиранты могут использовать литературу:

1. Кононенко Н.А., Березина Н.П. Методы исследования и характеристики мембран. Глава в кн.: Мембраны и мембранные технологии. С.402-455 / Коллектив авторов. Отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2013. – 612 с.
2. Гнусин Н.П., Кононенко Н.А. Электромассоперенос в ионных проводниках: Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2011. 83 с.

В рамках раздела 2 аспиранты должны рассмотреть вопросы:

1. Особенности переноса протона в нанокompозитных мембранах в электрическом поле.



2. Электроосмос в мембранной системе, сопряженный перенос молекул воды с ионами.

3. Электрокинетические явления в нанокompозитных мембранах.

При самостоятельном изучении раздела 3 «Поляризационные явления в электродных и электромембранных системах в присутствии наночастиц» (30 часов) аспиранты могут использовать литературу:

1. Мембраны и мембранные технологии / Отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2013. – 612 с.

2. Гнусин Н.П., Кононенко Н.А. Электромассоперенос в ионных проводниках: Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2014.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Сопряженные эффекты концентрационной поляризации в электромембранной системе.

2. Поляризационные явления в присутствии поверхностно-активных органических веществ.

3. Особенности вольтамперных характеристик нанокompозитных мембран.

При самостоятельном изучении раздела 4 «Модифицированные нанокompозитные мембраны» аспиранты могут использовать литературу:

1. Мембраны и мембранные технологии. / Отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2013. – 612 с.

2. Кононенко, Н.А., Фоменко, М.А., Березина, Н.П., Вольфкович, Ю.М. Пористая структура мембранных материалов. Учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013. 121 с.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Способы введения модифицирующих веществ в наноразмерные полости полимерных матриц.

2. Модифицирование мембран неорганическими компонентами.

3. Модифицирование нанокompозитных мембран для применения в топливных элементах.

### **Методические указания для обучающихся по подготовке к выполнению лабораторных работ**

Целью проведения лабораторных работ является:

– 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.

Перед выполнением лабораторных работ аспирантам необходимо ознакомиться с методическими указаниями к выполнению работы и подготовить протокол проведения работы, в который занести:

– 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 или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

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

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

- Microsoft Windows
- программное обеспечение для обработки экспериментальных данных и проведения самостоятельной работы по дисциплине Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint);
- компьютерные программы для расчета транспортно-структурных параметров нанокompозитных мембран.

### **8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека  
<http://e.lanbook.com/> - электронно-библиотечная система издательства «Лань»  
 Консультант Плюс - справочная правовая система <http://www.consultant.ru/>

## **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. Лаборатория «Мембранного материаловедения», предназначенная для проведения лекционных и лабораторных работ по учебной дисциплине «Электрохимия наносистем» снабжена руководствами для выполнения лабораторных работ, учебно-лабораторным оборудованием, реактивами для химического эксперимента. Для проведения лекций-визуализаций и лекций-презентаций имеется мультимедийная аппаратура и ноутбук. Имеются компьютеры для обработки экспериментальных данных на лабораторных занятиях.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория (ауд. 345с), оснащенная учебной мебелью, переносной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением для демонстрации мультимедийных презентаций, меловой или универсальной доской.
2.	Семинарские занятия	Аудитория (ауд. 345с), оснащенная учебной мебелью, переносной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук или переносной мультимедийной техникой) и соответствующим программным обеспечением для демонстрации мультимедийных презентаций, меловой или универсальной доской.
3.	Лабораторные работы	Лаборатория мембранного материаловедения (345с), укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, средствами пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, лабораторным оборудованием: переносное мультимедийное оборудование (проектор); потенциостат AUTOLAB PGSTAT302, генератор водорода лабораторный, ванна ультразвуковая лабораторная, ячейка для испытания мембранно-электродных блоков, весы лабораторные, весы аналитические, термостат воздушный, иономер-рН-метр, измеритель иммитанса E7-21, источник тока импульсный Б5-50, кондуктометр, измеритель импеданса Tesla VM 507, насос многоканальный перстальтический Heidolph Pumpdrive 5001, мультиметры универсальные настольные, вакуумный насос лабораторный, шейкер лабораторный, компьютеры.
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория, укомплектованная учебной мебелью (ауд. 343С, № 328С, 345С, № 334С)
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения практических занятий (ауд. № 343С, № 328С, № 345С, № 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)