

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Кагуров Т.А.

« 27 » апреля 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.11.01 КОМПОЗИТНЫЕ И ГИБРИДНЫЕ**  
**МАТЕРИАЛЫ В ЭЛЕКТРОХИМИИ**

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Физическая химия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.11.01 «Композитные и гибридные материалы в электрохимии» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия (утвержден Приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 № 210).

Программу составила:

канд. хим. наук, доцент кафедры  
физической химии Шкирская С.А.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры (выпускающей) физической химии протокол № 11 от «10» апреля 2018 г.

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



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «20» апреля 2018 г.

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



Эксперты:

Доценко С.П. д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой органической, физической и коллоидной химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет»

Доценко В.В. д-р хим. наук, заведующий кафедрой органической химии и технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Формирование у слушателей представлений по физико-химическим свойствам композитных мембран и гибридных материалов, а также их применении.

### 1.2 Задачи дисциплины

1. сформировать знания о современных методах получения композитных и гибридных материалах;
2. освоение методов синтеза композитных материалов с заданными свойствами;
3. дать представление о применении композитных и гибридных материалов в качестве разделительных диафрагм, твердых полиэлектролитов в топливных элементах, сенсоров и мембранных переключателей;
4. сформировать у студентов навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы.

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.11.01 «Композитные и гибридные материалы в электрохимии» включена в дисциплины по выбору вариативной части учебного плана по направлению 04.03.01 Химия. Изучению дисциплины «Композитные и гибридные материалы в электрохимии» должно предшествовать изучение дисциплин «Введение в термодинамику» и «Физическая химия ионполимеров». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь базовые знания по физической химии ионполимеров, умение работать с химической посудой и реактивами.

### 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-2; ОПК-5; ПК-1; ПК-2; ПК-5

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и	Знать методы получения композитных мембран и последовательность стадий модифицирования	пользоваться химическим оборудованием и проводить химическое модифицирование исходных материалов	методиками получения и исследования композитных и гибридных материалов

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		реакций			
2.	ОПК-5	способностью к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации			навыком поиска и первичной обработке научной и научно-технической информации
3.	ПК-1	способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам		выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	навыками синтеза композитных и гибридных мембран по предлагаемым методикам
4.	ПК-2	владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований		измерять основные физико-химические характеристики изучаемых материалов с использованием современной аппаратуры	базовыми навыками использования современной аппаратуры при изучении свойств композитных и гибридных материалов
5.	ПК-5	способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий		проводить статистическую обработку экспериментальных данных с помощью компьютерных технологий	пользовательскими навыками основных компьютерных программ для обработки полученных экспериментальных данных

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа, из них – 40,2 контактных часа: лекционных 18 ч., лабораторных 20 ч., 2 часа КСР и 0,2 часа ИКТ; 31,8 часов самостоятельной работы).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			4
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>40,2</b>	<b>40,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>38</b>	<b>38</b>
Занятия лекционного типа		18	18
Лабораторные занятия		20	20
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
<b>Иная контактная работа:</b>		<b>2,2</b>	<b>2,2</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>31,8</b>	<b>31,8</b>
Подготовка отчета по лабораторным работам		20,8	20,8
Подготовка к текущему контролю		10	10
<b>Контроль:</b>			
Подготовка к экзамену		-	-
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>40,2</b>	<b>40,2</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	КСР	
1	Получение композитных мембран и гибридных материалов	23	6		8	1	8
2	Композитные мембраны со смешанной проводимостью	16	4		4		8
3	Гибридные материалы с наночастицами металлов	15,8	4		4		7,8
4	Применение композитных мембран и гибридных материалов	17	4		4	1	8
	<i>Всего:</i>	71,8	18		20	2	31,8

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Получение композитных мембран и гибридных материалов	Получение композитных мембран и гибридных материалов. Виды модифицирующих добавок	Самостоятельная работа
2.	Композитные мембраны со смешанной проводимостью	Композитные мембраны со смешанной проводимостью. Механизм электронной и ионной проводимости.	Тест
3.	Гибридные материалы с наночастицами металлов	Гибридные материалы с наночастицами металлов. Каталитическая активность полимеров с включением наночастиц металлов.	Устный опрос
4.	Применение композитных мембран и гибридных материалов	Применение композитных мембран и гибридных материалов. Топливные элементы. Суперконденсаторы. Электродиализные аппараты. Сенсоры.	Зачет

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены учебным планом.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Модифицирование перфторированных мембран полианилином методом последовательной диффузии	Отчет по лабораторной работе
2.	Модифицирование перфторированных мембран полианилином с применением различных окислителей полимеризации	Отчет по лабораторной работе
3.	Получение гибридной мембраны на основе МФ-4СК и платины методом химического синтеза	Отчет по лабораторной работе
4.	Применение композитных мембран в водородно-воздушном топливном элементе	Отчет по лабораторной работе
5.	Получение композитов на основе ионообменных мембран и полианилина в условиях электрического поля	Отчет по лабораторной работе

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

### 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.	Подготовка отчета по лабораторной работе	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.	Подготовка к устному опросу	<ol style="list-style-type: none"><li>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.</li><li>2. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум / Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Краснодар: изд-во Кубанского государственного университета. 2015. - 290 с.</li><li>3. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига. 2006. - 589 с.</li></ol>
3.	Подготовка к тесту	<ol style="list-style-type: none"><li>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.</li><li>4. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум / Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Краснодар: изд-во Кубанского государственного университета. 2015. - 290 с.</li><li>2. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига. 2006. - 589 с.</li></ol>
4.	Подготовка к зачету	<ol style="list-style-type: none"><li>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.</li><li>5. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум / Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Краснодар: изд-во Кубанского государственного университета. 2015. - 290 с.</li><li>2. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига. 2006. - 589 с.</li></ol>

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.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

### 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. 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.

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

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	ЛР	Выполнение лабораторных работ в малых группах	18
<i>Итого:</i>			18

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

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

Текущая аттестация предполагает устный и письменный контроль усвоения основных понятий; проведение тестирования в процессе выполнения лабораторного практикума, направленных на выявление понимания особенностей получения и применения композитных и гибридных материалов, их структуры и физико-химических свойств.

Пример тестов и заданий по отдельным темам лекций для самоконтроля студентов

#### **Тест по теме "Композитные мембраны со смешанной проводимостью"**

1. Как изменяется удельная электропроводность композитной мембраны по сравнению с исходной мембраной?  
*увеличивается      уменьшается      возможны оба случая*
2. Как влияет синтез электроактивных полимеров в темплатной матрице мембраны на ее проводимость в сухом состоянии?  
*увеличивает      уменьшает      не влияет*

3. Как влияет синтез электроактивных полимеров в темплатной матрице мембраны на ее селективность?  
*увеличивает                      уменьшает                      не влияет*
4. Какие композитные мембраны имеют анизотропную структуру и асимметричные транспортные свойства?  
*объемно модифицированные*  
*поверхностно модифицированные*
5. Какие особенности в изменении морфологии композитных и гибридных мембран вносят наноразмерные добавки компонентов органической и неорганической природы?

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

##### **Вопросы к зачету по дисциплине:**

1. Композитные, композиционные и гибридные материалы - определения. Основные области применения.
2. Модифицирование ионообменных мембран. Методы модифицирования ионообменных мембран.
3. Механическое модифицирование. Примеры материалов, полученные этим методом.
4. Классификация и типы модифицирующих добавок при химическом модифицировании.
5. Электроактивные полимеры. Синтез электроактивных полимеров в темплатной матрице мембраны. Разновидности синтеза.
6. Гибридные материалы ионообменная мембрана/неорганический ионообменник. Получение гибридных мембран с наночастицами металла.
7. Принципы последовательности исследования композитных мембран для выявления их преимуществ.
8. Проводящие свойства композитных мембран, диффузионные характеристики.
9. Композитные мембраны в качестве разделительных диафрагм для электродиализного концентрирования растворов.
10. Применение модифицированных мембран в сенсорных системах.
11. Композитные и гибридные мембраны для твердополимерных топливных элементов.
12. Мембраны с наночастицами металлов для обеззараживания воды.

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

##### **5.1 Основная литература:**

1. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум / Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Краснодар: изд-во Кубанского государственного университета. 2015. - 290 с.
2. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига. 2006. - 589 с.

##### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Ярославцев А.Б. Химия твердого тела. М.: Научный мир. 2009.
2. Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем: учебное пособие. Краснодар: изд-во Кубанского государственного университета. 2009.

3. Пул Ч.П., Оуэнс Ф. Нанотехнологии: учебное пособие для студентов. М.: Техносфера. 2006.
4. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Д. Мишина [и др.]. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. - <https://e.lanbook.com/book/94113#authors>

### **5.3. Периодические издания:**

Журнал «Электрохимия»

Журнал «Мембраны и мембранные технологии»

### **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/>

Электронная библиотечная система издательства "Лань" <https://e.lanbook.com/>

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

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.

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.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение 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 Office (Word, Excel, PowerPoint)
2. Программное обеспечение для слабовидящих.

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

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

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

Для проведения лекционных занятий используется мультимедийный проектор и ноутбук. Лабораторные занятия проводятся в химической лаборатории, снабженной как общелабораторным (химическая посуда, реактивы), так и специализированным оборудованием, необходимым для проведения отдельной лабораторной работы.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 332, 328 корп. С (улица Ставропольская, 149). Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Учебно-исследовательская лаборатория мембранного материаловедения – ауд. 345, корп. С (улица

		<p>Ставропольская, 149).</p> <p>Имеется необходимое лабораторное оборудование:  потенциостат AUTOLAB PGSTAT302 – 1 шт, ванна ультразвуковая лабораторная – 1 шт, весы лабораторные – 1 шт, весы аналитические – 2 шт, термостат воздушный – 1 шт, иономер-рН-метр – 3 шт, измеритель иммитанса E7-21 – 4 шт, источник тока импульсный Б5-50 – 3 шт, кондуктометр – 1 шт, измеритель импеданса Tesla BM 507 – 1 шт, насос многоканальный перстальтический Heidolph Pumpdrive 5001 – 3 шт, мультиметры универсальные настольные – 3 шт, шейкер лабораторный – 2шт; ПК-3</p>
3.	Самостоятельная работа	<p>Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета - ауд. 329, корп. С (улица Ставропольская, 149)</p>