

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



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.

« 28 » \_\_\_\_\_ мая 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.В.03 МЕМБРАНЫ И МЕМБРАННЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Направление подготовки	<u>04.03.01 Химия</u>
Направленность (профиль)	<u>физическая химия</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Квалификация выпускника	<u>бакалавр</u>

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Мембраны и мембранные явления» разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата)

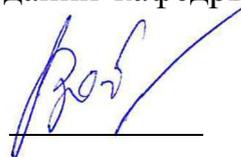
**Рабочую программу составили:**

С.А. Шкирская, доцент кафедры физической химии, д-р хим. наук



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 11 от «20» мая 2021 г.

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



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от «24» мая 2021 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



**Эксперты:**

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО «Интеллектуальные композиционные решения»

Цюпко Т.Г. д-р хим. наук, проф., профессор кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Формирование знаний о синтетических мембранах и протекающих в них явлениях, а также умений и навыков их эффективного использования в различных технологических процессах.

#### Задачи дисциплины:

- сформировать знания о способах получения и физико-химических свойствах синтетических мембран;
- сформировать знания о мембранных и протекающих в них явлениях, лежащих в основе различных методов химической технологии;
- сформировать у студентов навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Мембраны и мембранные явления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" рабочего учебного плана программы бакалавриата профиль «Физическая химия» по направлению подготовки 04.03.01 Химия. В рамках данной дисциплины у студентов формируют знания, умения и навыки, которые будут закреплены в ходе прохождения производственной практики, что обеспечит формирование компетенций, необходимых для успешной научно-исследовательской деятельности выпускников. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет.

### 1.4 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

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

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-4</b> способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения	
ИПК-4.1. Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их химическом строении	<b>Знает</b> структуру и свойства ионообменных мембран, области их возможного применения <b>Умеет</b> прогнозировать свойства мембранных материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения
ИПК-4.2. Определяет области возможного применения различных соединений и материалов в зависимости от их свойств	<b>Владеет</b> критериями оценки пригодности применения мембранного материала в конкретном процессе

Результаты обучения дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 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.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			3
<b>Контактная работа, в том числе:</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>68</b>	<b>68</b>
Занятия лекционного типа		16	16
Лабораторные занятия		52	52
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>38</b>	<b>38</b>
Подготовка к текущему контролю		18	18
Подготовка к практическим занятиям		20	20
<b>Контроль:</b>		<b>35,7</b>	<b>35,7</b>
<b>Общая трудоемкость</b>		<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>70,3</b>	<b>70,3</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре 3 курса (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Мембранное материаловедение.	24	4	-	12	8
2.	Поток вещества. Многообразие явлений переноса в мембранных материалах.	26	4	-	12	10
3.	Движение ионов и воды в электрическом поле	24	4	-	12	8
4.	Диффузия в ионных проводниках	18	2	-	10	6
5.	Основные направления использования мембранных технологий.	14	2	-	6	6
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	106	16	-	52	38
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Контроль	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Мембранное материаловедение	Классификация полимеров. Синтез полимеров. Классификация мембран. Получение гомогенных, гетерогенных и трековых мембран. Физико-химические свойства синтетических мембран. Методы исследования структурных характеристик.	Тест, ЛР6
2.	Поток вещества. Многообразие явлений переноса в мембранных материалах.	Классификация материалов по типу проводимости. Основные понятия. Поток вещества. Условие электронейтральности. Уравнение материального баланса. Внешние силы в ионных проводниках. Фрикционная модель взаимодействия потоков. Развитие сил трения и их количественная оценка. Законы Ома и Фарадея применительно к ионным проводникам. Термодинамика неравновесных процессов для описания явлений переноса в ионных проводниках.	Тест, ЛР2
3.	Движение ионов и воды в электрическом поле	Удельная и эквивалентная электропроводность, числа переноса ионов. Электроосмотический перенос воды.	Тест, ЛР1, ЛР3, ЛР4, ЛР5
4.	Диффузия в ионных проводниках	Законы Фика. Самодиффузия ионов. Уравнение Нернста-Эйнштейна. Электрическая сила диффузии. Диффузионный потенциал.	Устный опрос, ЛР2
5	Основные направления использования мембранных технологий.	Электродиализное концентрирование, обессоливание и разделение. Обратный электродиализ. Электролиз. Топливные элементы. Сенсорные устройства. Мембраны для баромембранных методов очистки и разделения веществ	Тест

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Движение ионов и воды в электрическом поле	Определение удельной электропроводности ионообменных мембран контактным и разностным методом	ЛР1
2.	Поток вещества. Много-	Определение величины диффузионного потока электролита через ионообменную	ЛР2

	образии явлений переноса в мембранных материалах Диффузия в ионных проводниках	мембрану	
3.	Движение ионов и воды в электрическом поле	Измерение электроосмотической проницаемости ионообменных мембран	ЛР3
4.	Движение ионов и воды в электрическом поле	Определение электромиграционных чисел переноса ионов в мембране	ЛР4
5.	Движение ионов и воды в электрическом поле	Измерение вольтамперных характеристик электромембранной системы	ЛР5
6.	Мембранное материаловедение	Определение радиуса пор в трековой мембране	ЛР6

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом 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	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.
2.	Подготовка к устному опросу	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. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с. 3. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). <a href="https://e.lanbook.com/book/58166#authors">https://e.lanbook.com/book/58166#authors</a>
3.	Подготовка к самостоятельной работе	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. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с.

4. Подготовка к зачету	<p>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.</p> <p>2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с.</p> <p>3. Мембраны и мембранные технологии / отв. ред. А. Б. Ярославцев. - Москва : Научный мир, 2013. - 611 с. : ил. <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>
------------------------	---

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование технологий проблемного обучения, выполнение студентами лабораторных работ в малых группах, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Мембраны и мембранные явления».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме вопросов для устного опроса, тестовых работ, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-4.1. Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их химическом строении  ИПК-4.2. Определяет области возможного применения различных соединений и материалов в зависимости от их свойств	<b>Знает</b> структуру и свойства ионообменных мембран, области их возможного применения	Лабораторная работа Тест	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 1-10</i>
		<b>Умеет</b> прогнозировать свойства мембранных материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения	Лабораторная работа Тест	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 11-18</i>
		<b>Владет</b> критериями оценки пригодности применения мембранного материала в конкретном процессе	Лабораторная работа Устный опрос Тест	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 19-28</i>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### Вопросы к тесту по теме 1 «Мембранное материаловедение»

- У каких мембран плотность выше?  
на полистирольной матрице  
на перфторированной матрице
- Физико-химические свойства обратноосмотических и ультрафильтрационных мембран являются:  
симметричными  
асимметричными
- При увеличении влагосодержания ионообменной мембраны ее электропроводность в 0,5 М растворе NaCl:  
увеличивается  
уменьшается  
не изменяется
- Как изменяется обменная емкость с ростом степени сшивки полимерной матрицы?  
увеличивается  
уменьшается  
не изменяется
- Как определить степень набухания мембраны?
- Дайте определение обменной емкости ионообменных мембран и назовите единицы ее измерения.

## Вопросы к тесту по теме 2 «Поток вещества. Многообразие явлений переноса в мембранных материалах»

### 1. Процесс переноса вещества из области с высокой концентрацией в область с низкой концентрацией

1. Диффузия
2. Осмос
3. Диализ

### 2. Удаление из коллоидных систем и растворов высокомолекулярных соединений примесей низкомолекулярных веществ с помощью полупроницаемых мембран

1. Диффузия
2. Осмос
3. Диализ

### 3. Как изменяется удельная электропроводность раствора с увеличением его концентрации?

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

### 4. Единицы измерения эквивалентной электропроводности:

1. См/м
2. См·м<sup>2</sup>/моль
3. Ом/м

### 5. К каким методам относится ионообменное умягчение воды:

1. термическим
2. химическим
3. электрохимическим

### 6. Как будет изменяться рН природной воды при пропускании через колонку с катионитом в Н<sup>+</sup>-форме?

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

### 7. Ионполимеры являются:

- *изоляторами*
- *проводниками первого рода*
- *проводниками второго рода*

### 8. Ионполимеры:

- *растворяются в воде*
- *не растворяются в воде*

### 9. Какие функциональные группы содержатся в мембране МК-40:

- *сульфогруппы*
- *аминогруппы*
- *карбоксильные группы*
- *фосфорнокислотные группы*

### 10. Набухание мембраны МФ-4СК при переходе от Li<sup>+</sup>-формы к Cs<sup>+</sup>-форме:

- *увеличивается*
- *уменьшается*
- *не изменяется*

### Тест по теме 3 «Движение ионов и воды в электрическом поле»

1. Как изменяется удельная электропроводность раствора с увеличением его концентрации?  
увеличивается      уменьшается      не изменяется
2. Единицы измерения чисел переноса воды:  
моль  $H_2O$ /мл      Ом/моль  $H_2O$       моль  $H_2O$ /F
3. Какое уравнение связывает коэффициент диффузии и электрическую подвижность ионов?  
Фика      Нернста-Планка      Нернста-Энштейна
4. В каких случаях можно применять первый закон Фика?
5. Как будет изменяться плотность тока в системе при уменьшении градиента электрического потенциала?  
увеличивается      уменьшается      не изменяется
6. Размерность коэффициента диффузии:  
моль/м<sup>2</sup>      моль/м<sup>3</sup>      м<sup>2</sup>/с      ?
7. Чему равно число переноса катионов в сульфокатионите КУ-2?  
0      0,5      1,0

### Вопросы к устному опросу по теме 4 «Диффузия в ионных проводниках»

1. Что такое диффузия, самодиффузия, взаимодиффузия?
2. Почему коэффициент диффузии противоиона в растворе выше, чем в мембране?
3. Почему коэффициент диффузии ионов в концентрированных растворах, определенный экспериментально, отличается от теоретически рассчитанного?
4. Какая взаимосвязь между диффузионными и проводящими свойствами ионообменных мембран?
5. Для каких ионообменных мембран соотношение Нернста–Эйнштейна не выполняется?
6. В какой мембране коэффициент диффузии противоиона выше: гомогенной или гетерогенной? Почему?

### Тест по теме 5 «Основные направления использования мембранных технологий»

#### Какие мембраны используют для удаления из воды солей жесткости

1. микрофилтрационные
2. ультрафилтрационные
3. нанофилтрационные
4. обратноосмотические

#### Какие мембраны используют для получения сверхчистой обессоленной воды для применения в медицинских целях

1. микрофилтрационные
2. ультрафилтрационные
3. нанофилтрационные
4. обратноосмотические

#### Какие мембраны используют для задержания бактерий

1. микрофльтрационные
2. ультрафльтрационные
3. нанофльтрационные
4. обратноосмотические

**Использование каких мембран требует самого высокого рабочего давления**

1. микрофльтрационные
2. ультрафльтрационные
3. нанофльтрационные
4. обратноосмотические

**Какие мембраны применяются в электродиализном аппарате?**

1. только катионообменные
2. только анионообменные
3. катионо- и анионообменные мембраны
4. или анионообменные или катионообменные мембраны

**Какие мембраны применяются при мембранном электролизе**

1. только катионообменные
2. только анионообменные
3. катионо- и анионообменные мембраны
4. или анионообменные или катионообменные мембраны

**Тематика лабораторных работ**

1. Определение удельной электропроводности ионообменных мембран контактным и разностным методом
2. Определение величины диффузионного потока электролита через ионообменную мембрану
3. Измерение электроосмотической проницаемости ионообменных мембран
4. Определение электромиграционных чисел переноса ионов в мембране
5. Измерение вольтамперных характеристик электромембранной системы
6. Определение радиуса пор в трековой мембране

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

**Список вопросов для подготовки к зачету Классификация мембран.**

1. Получение гомогенных, гетерогенных и трековых мембран.
2. Физико-химические свойства синтетических мембран.
3. Методы исследования структурных характеристик.
4. Классификация материалов по типу проводимости.
5. Основные понятия. Поток вещества. Условие электронейтральности.
6. Уравнение материального баланса.
7. Внешние силы в ионных проводниках.
8. Фрикционная модель взаимодействия потоков.
9. Развитие сил трения и их количественная оценка.
10. Законы Ома и Фарадея применительно к ионным проводникам.

11. Термодинамика неравновесных процессов для описания явлений переноса в ионных проводниках.
12. Как изменяются значения чисел переноса воды с увеличением концентрации раствора электролита?
13. Как изменяются значения чисел переноса воды через мембрану в ряду хлоридов щелочных металлов?
14. Почему при измерении электроосмотической проницаемости объемным методом используются растворы только хлоридов металлов или соляной кислоты?
15. В каких единицах измеряются электроосмотическая проницаемость мембраны и числа переноса воды через мембрану?
16. Почему числа переноса ионов, определенные потенциометрическим и электроаналитическим методом, не являются истинными?
17. Как числа переноса ионов в мембране зависят от концентрации раствора?
18. Что такое диффузия, самодиффузия, взаимодиффузия?
19. Почему коэффициент диффузии противоиона в растворе выше, чем в мембране?
20. Почему коэффициент диффузии ионов в концентрированных растворах, определенный экспериментально, отличается от теоретически рассчитанного?
21. Какая взаимосвязь между диффузионными и проводящими свойствами ионообменных мембран?
22. Для каких ионообменных мембран соотношение Нернста–Эйнштейна не выполняется?
23. В какой мембране коэффициент диффузии противоиона выше: гомогенной или гетерогенной? Почему?
24. Баромембранные методы очистки и разделения веществ.
25. Назовите основные электромембранные процессы и мембраны, которые в них используются.
26. Принцип действия электродиализного концентрирования
27. Особенности мембранного электролиза

### **Критерии оценивания результатов обучения**

Критерии оценивания по зачету:

**- оценка «зачтено»:** студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает основные типы мембран и способы их получения, методы исследования физико-химических свойств мембран, основные направления использования мембранных технологий. Студент допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять экспериментальные данные с применением теоретических представлений.

**- оценка «не зачтено»:** материал не усвоен или усвоен частично, студент не знает способы получения и области применения мембранных материалов, затрудняется в описании их физико-химических свойств.

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.

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

### **5.1 Учебная литература:**

1. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с.
2. Современные химические источники тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 132 с. - <https://e.lanbook.com/book/90858>.
3. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015. 2 шт. (0.04). <https://e.lanbook.com/book/58166#authors>
4. Мембраны и мембранные технологии / отв. ред. А. Б. Ярославцев. - Москва : Научный мир, 2013. - 611 с. : ил. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=468334&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468334&sr=1)

### **5.2. Периодическая литература**

1. Успехи химии - российский научный журнал, публикующий обзорные статьи по актуальным проблемам химии и смежных наук.
2. Мембраны и мембранные технологии - российский научный журнал, публикующий статьи по основным проблемам получения и исследования мембран и развития важнейших направлений мембранных технологий, в том числе и водоподготовки.
3. Журнал физической химии – один из крупнейших российских научных журналов, отражающих основные направления развития химии, публикующий работы, посвященные актуальным общим вопросам химии и проблемам, возникающим на стыке различных разделов химии.

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

**Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

**Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

**Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>

**Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

**КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

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

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

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;
- 3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал дословно.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

#### Выполнение лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются обучающимися в малых группах (обычно 2-3 человека). В начале курса проводится инструктаж по технике безопасности работы в химической лаборатории и составляется график выполнения лабораторных работ. Выполнение лабораторной работы включает в себя следующие этапы:

1) подготовительный этап (самостоятельная работа студентов);

2) получение допуска к выполнению экспериментальной части лабораторной работы (контактная работа с преподавателем каждой малой группы);

3) выполнение экспериментальной части лабораторной работы под контролем преподавателя;

4) анализ полученных результатов, формулировка вывода и подготовка к защите лабораторной работы (может выполняться как самостоятельная работа студента дома, или под контролем преподавателя в течение времени, выделенного на лабораторные работы или в ходе иной контактной работы с преподавателем);

5) защита лабораторной работы (контактная работа с преподавателем).

После выполнения всех этих этапов лабораторная работа считается выполненной.

#### Подготовительный этап

Перед занятием обучающимся необходимо подготовиться к выполнению лабораторной работы. Теоретическая подготовка необходима для проведения эксперимента и должна проводиться обучающимися в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к лабораторной работе. Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета в лабораторном журнале со следующим порядком записей:

Название работы.

Цель работы.

Оборудование.

Ход работы, который в том числе включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а также расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин.

#### Получение допуска к выполнению экспериментальной части лабораторной работы

Приступая к лабораторным работам, необходимо получить у лаборанта приборы, требуемые для выполнения работы. Разобраться в назначении материалов, химической посуды, приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными. Получить допуск к выполнению лабораторной работы у преподавателя. Допуск студенты получают в результате устного опроса преподавателем о порядке выполнения эксперимента, предусмотренного данной лабораторной работой.

#### Выполнение экспериментальной части лабораторной работы под контролем преподавателя

Затем обучающиеся выполняют экспериментальный этап лабораторной работы, в ходе которого записываются все измеренные величины с обязательным указанием их раз-

мерности в лабораторный журнал. **Не допускается использование черновиков для записи экспериментальных данных, запись карандашом и иные способы, дающие возможность корректировки полученных результатов.** В случае, если в методических указаниях к лабораторной работе предложены таблицы или шаблон для записи экспериментальных данных, то заполняются эти таблицы или шаблон. В ином случае запись экспериментальных данных делается студентом в произвольной форме.

По окончании выполнения эксперимента студенты должны привести свое рабочее место в порядок и вымыть используемую химическую посуду. После этого рабочее место сдается преподавателю или лаборанту и в лабораторный журнал студента ставится отметка о выполнении экспериментальной части лабораторной работы с обязательным указанием даты ее выполнения.

#### **Анализ полученных результатов и формулировка выводов**

Может выполняться как самостоятельная работа студента дома, или под контролем преподавателя в течение времени, выделенного на лабораторные работы или в ходе иной контактной работы с преподавателем. Студенты должны выполнить все необходимые расчеты согласно методическим указаниям к выполнению лабораторных работ. В лабораторном журнале приводятся все необходимые расчеты с указанием размерностей полученных величин, а также все графики и рисунки в соответствии с требованиями лабораторного практикума.

В случае, если в ходе лабораторной работы имеет место протекание химических реакций, все они должны быть записаны в лабораторном журнале в молекулярном, полном ионном и сокращенном ионном виде.

Далее на основании полученных результатов студенты должны сформулировать и записать вывод, который должен быть согласован с заявленными целями и/или задачами лабораторной работы. Вывод должен содержать необходимую количественную информацию.

При подготовке к защите лабораторной работы необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы, которые имеются после каждой лабораторной работы. Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса(ов) излучающихся в ходе работы. Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие, правильные ответы.

#### **Защита лабораторной работы**

Защита лабораторных работ происходит в виде собеседования с преподавателем по лабораторной работе с обязательной проверкой преподавателем лабораторного журнала студента. Для успешной защиты лабораторной работы студент должен предоставить лабораторный журнал, оформленный в соответствии с установленными требованиями, включая наличие отметки о выполнении экспериментальной части работы. В ходе устной беседы с преподавателем студент должен продемонстрировать знание целей и задач выполненной работы, законов, которые лежат в основе наблюдаемых в ходе работы явлений, продемонстрировать умение анализировать полученную информацию и делать на ее основе выводы. В этом случае в лабораторном журнале на соответствующей работе ставится пометка «зачтено», роспись преподавателя, принявшего работу, и дата защиты работы. После этого лабораторная работа считается выполненной. Допускается защита лабораторных работ индивидуально или в составе малых групп обучающихся, совместно выполнявших данную работу.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя

ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

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.

## 7. Материально-техническое обеспечение 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.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ (ауд. 345С и 139С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, потенциостат AUTOLAB PGSTAT302 – 1 шт, генератор водорода лабораторный – 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 – 2 шт, кондукто-метр – 1 шт, измеритель импеданса Tesla BM 507 – 1 шт, мультиметры универсальные настольные – 3 шт, шейкер лабораторный – 2шт; ПК-3 шт., химические реактивы.	Microsoft Windows; Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (400с, 401с, 431с, 329с)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office