

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.

подпись

\_\_\_\_\_ "09" мая \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.09.01 ИОНООБМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ  
ЭКОЗАЩИТНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 20.03.01 Техносферная безопасность \_\_\_\_\_

Направленность (профиль)  
\_\_\_\_\_ Безопасность технологических процессов и производств \_\_\_\_\_

Программа подготовки академическая \_\_\_\_\_

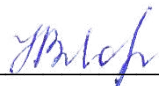
Форма обучения очная \_\_\_\_\_

Квалификация выпускника бакалавр \_\_\_\_\_

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.09.01 «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль – Безопасность технологических процессов и производств.

Рабочую программу составила:  
Н.В. Лоза, доцент кафедры  
физической химии, канд. хим. наук



---

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры (выпускающей) физической химии «15» мая 2020 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой (выпускающей)  
физической химии Заболоцкий В.И



---

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 10 от «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)  
общей, неорганической химии и информационно-вычислительных  
технологий в химии Буков Н.Н.



---

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «25» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета  
Беспалов А.В.



---

Эксперты:

Зав. кафедрой органической химии и технологий, д-р хим. наук Доценко В.В.

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО  
“Интеллектуальные композиционные решения”

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины «Ионообменные материалы для экозащитных процессов»**

### **1.1 Цель дисциплины**

Цель дисциплины «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» – формирование знаний по ионообменным и мембранным методам защиты окружающей среды, применяемых в различных технологических процессах.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- сформировать знания о способах получения и физико-химических свойствах ионообменных материалов;
- сформировать знания о равновесии в системах с ионообменными материалами;
- обеспечить усвоение теоретических основ и закономерностей кинетики процессов переноса в ионообменных материалах;
- развить умения по использованию ионообменных материалов для решения экологических проблем;
- развить у студентов навыки работы с учебной и научной литературой.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока Б.1 учебного плана ООП ВО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Изучению дисциплины «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» должно предшествовать изучение дисциплин «Мембранные технологии в обеспечении техносферной безопасности». При освоении данной дисциплины обучающиеся должны иметь знания по физической, аналитической и органической химии, умение работать с химической посудой и реактивами.

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

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

#### **общекультурных (ОК):**

- способностью к познавательной деятельности (ОК-10);
- способностью использования основных программных средств, умением пользоваться глобальными информационными ресурсами, владением современными средствами телекоммуникаций, способностью использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач (ОК-12);

#### **общепрофессиональных (ОПК):**

- способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-1)

#### **профессиональных (ПК):**

- способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности (ПК-19).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-10	способностью к познавательной	-основные понятия и	- определять равновесные и	основными методами

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		деятельности	терминологию в области ионитов и основные физико-химические свойства ионообменных материалов;	кинетические физико-химические характеристики ионообменных материалов по стандартным методикам;	исследования равновесных и кинетических физико-химических характеристик ионообменных материалов;
2.	ОК-12	способностью использования основных программных средств, умением пользоваться глобальными информационными ресурсами, владением современными средствами телекоммуникаций, способностью использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач	основные источники научно-технической информации, в том числе нормативно-правовую документацию, научные публикации и источники, размещенные в глобальных информационных ресурсах сети Интернет.	находить научно-техническую информацию в данной предметной области, размещенных в том числе в глобальных информационных ресурсах;	навыками самостоятельной работы с научно-технической и учебной информацией из различных источников для решения профессиональных задач;
3.	ОПК-1	способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;	современные тенденции развития техники и технологий с применением ионообменных материалов в области обеспечения техносферной безопасности;	выбирать наиболее подходящие ионообменные материалы для решения поставленных задач в области техносферной безопасности;	навыками поиска, и анализа и обобщения научно-технической информации по способам применения ионообменных материалов для обеспечения техносферной безопасности и;

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
4.	ПК-19	способностью ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности	основные области применения ионообменных материалов для решения задач обеспечения техносферной безопасности;	рассчитывать необходимое количество ионообменных материалов для реализации технологических процессов, применяемых для решения задач техносферной безопасности;	навыками выявления основных проблем техносферной безопасности, которые могут быть решены с помощью современных технологий, использующих ионообменные материалы.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)				
		7	8	9	10	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>98,2</b>	<b>98,2</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>90</b>	<b>90</b>				
Занятия лекционного типа	36	36	-	-	-	
Лабораторные занятия	54	54	-	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>						
Контроль самостоятельной работы (КСР)	8	8				
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2				
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>81,8</b>	<b>81,8</b>				
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	37	37	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	34,8	34,8	-	-	-	
Подготовка к промежуточному контролю (зачет)	10	10	-	-	-	
<b>Контроль:</b>						
Подготовка к экзамену	-	-				
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>98,2</b>	<b>98,2</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>	<b>5</b>			

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Классификация ионообменных материалов, их строение, физико-химические свойства и методы получения	48	10	-	14	24
2.	Равновесие в гетерогенной системе ионообменный материал - раствор	52	10	-	18	24
3.	Кинетика ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита	37	6	-	14	17
4.	Мембранная электрохимия	34,8	10	-	8	16,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	171,8	36	-	54	81,8

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

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Классификация ионообменных материалов, их строение, физико-химические свойства и методы получения	Ионный обмен и ионообменные материалы для экозащитных процессов. Техническая эволюция ионообменников. Классификация ионитов.	Тест №1
		Природные ионообменные материалы.	Контрольная работа №1
2.		Иониты на основе синтетических смол. Синтез ионообменников.	Контрольная работа №1
3.		Ионообменные мембраны: классификация, структура, получение и свойства.	Контрольная работа №2
4.		Методы исследования структуры ионообменных материалов	Контрольная работа №2
5.	Равновесие в гетерогенной системе ионообменный материал - раствор	Равновесие в гетерогенной системе. Набухание ионитов	Контрольная работа №2
6.		Модельные представления набухания ионитов	Контрольная работа №2
7.		Равновесие ионит - раствор неэлектролита	Контрольная работа №2
8.		Равновесие ионит-раствор сильного	Контрольная работа

		электролита	№2
9.		Ионообменное равновесие. Уравнение Никольского	Контрольная работа №2
10.		Основные закономерности протекания ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита.	Контрольная работа №3
11.	Кинетика ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита	Понятие лимитирующей стадии ионообменной реакции в гетерогенной системе. Гелевая и пленочная кинетика ионообменной реакции в системе ионообменный материал/раствор электролита.	Контрольная работа №3
12.		Экспериментальные методы изучения кинетики ионного обмена	Контрольная работа №3
13.		Транспортные свойства ионообменных мембран	Контрольная работа №3
14.		Селективность ионообменных мембран	Контрольная работа №3
15.	Мембранная электрохимия	Электропроводность ионитов	Контрольная работа №3
16.		Электропроводность ионообменных мембран.	Контрольная работа №3
17.		Двухфазная модель проводимости ионообменных материалов	Контрольная работа №3

**2.3.2 Занятия семинарского типа** учебным планом не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Классификация ионообменных материалов, их строение, физико-химические свойства и методы получения	1. Кондиционирование ионообменных материалов.	Защита лабораторной работы, включающая проверку письменного отчета по лабораторной работе и устный и/или письменный опрос
2.		2. Перевод ионообменных материалов в различную ионную форму.	
3.		3. Определение обменной емкости ионообменных материалов.	
4.		4. Определение плотности ионообменных материалов.	
5.		5. Определение влагосодержания и гидратной емкости ионообменных материалов.	
6.	Равновесие в гетерогенной системе ионообменный материал - раствор	6. Определение изменения линейных размеров мембран при их набухании.	Защита лабораторной работы, включающая проверку письменного отчета по лабораторной работе и устный
7.		7. Изучение сорбции электролитов ионитами различного типа.	
8.		8. Изучение сорбции неэлектролитов ионообменными материалами.	
9.	Кинетика ионного обмена в системе	9. Изучение скорости ионного обмена в системе ионполимер-раствор	по лабораторной работе и устный

	ионообменный материал/раствор электролита	электролита	и/или письменный опрос
10.		10. Определение кажущейся константы равновесия в системе ионит-раствор.	
11.	Мембранная электрохимия	11. Определение удельной электропроводности ионообменных мембран.	

**2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрены**

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	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. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум // Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2017.
2.	Подготовка к текущему контролю	1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум // Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2017. 2. Мембраны и мембранные технологии / под ред. Ярославцева А.Б. 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> 3. Лейкин, Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Лейкин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 416 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70769">https://e.lanbook.com/book/70769</a> .
3.	Подготовка к промежуточной аттестации (зачет)	1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум // Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2017. 2. Мембраны и мембранные технологии / под ред. Ярославцева А.Б. 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> 3. Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем. Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2009. 4. Лейкин, Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Лейкин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 416 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70769">https://e.lanbook.com/book/70769</a> .

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

Для лиц с нарушениями зрения:



– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

### 3. Образовательные технологии

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 лабораторных занятий применяются методы проектного обучения и исследовательские методы. В процессе самостоятельной деятельности студенты находят и анализируют передовую научно-техническую информацию, используя имеющуюся литературу и информационные технологии.

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

Семестр	Вид занятий (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	Л	Моделирование проблемных ситуаций, лекция-визуализация.	34
	ПЗ	Учебным планом не предусмотрены	-
	ЛР	Выполнение лабораторных работ в малых группах; обработка результатов эксперимента и представление полученных данных в виде графиков и таблиц.	30
	Итого:		64

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

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

Текущая аттестация предполагает устный и письменный контроль усвоения основных понятий. Пример тестов и заданий по отдельным темам лекций для промежуточного контроля знаний студентов.

Дисциплина завершается зачетом, на котором проверяется усвоение знаний и умений применять эти знания для эффективного использования ионообменных материалов в решении экологических проблем.

#### Тест по теме «Ионный обмен и ионообменные материалы для экозащитных процессов»

1. Раствор электролита это
  - а) проводник первого рода;
  - б) проводник второго рода;
  - в) диэлектрик
2. Ионообменная смола это

- а) полимерный материал, применяемый для очистки растворов методом фильтрации;
  - б) полимерный материал, способный к ионному обмену и обладающий зарядовой селективностью;
  - в) полимерный материал, способный к ионному обмену и не обладающий зарядовой селективностью.
3. Сорбция это
- а) процесс фильтрации через полупроницаемую мембрану;
  - б) процесс поглощения одного вещества другим;
  - в) мембранный процесс разделения веществ под действием градиента давления.
4. Проводники второго рода имеют
- а) электронную проводимость;
  - б) ионную проводимость;
  - в) смешанную электронную и ионную проводимость.
5. Диффузия это
- а) процесс самопроизвольного переноса вещества из области с его большей концентрации в область с меньшей концентрацией;
  - б) процесс переноса вещества из области с его меньшей концентрации в область с большей концентрацией под действием градиента давления;
  - в) процесс переноса вещества в условиях наложения внешнего электрического поля.
6. Электродиализ это
- а) процесс диффузии вещества через полупроницаемую перегородку;
  - б) процесс мембранного разделения, при котором ионы переносятся через мембрану под действием внешнего электрического поля;
  - в) процесс мембранного разделения под действием градиента давления.
7. Электрический ток это
- а) тепловое движение молекул;
  - б) направленное движение заряженных частиц;
  - в) броуновское движение заряженных частиц.
8. Катион это
- а) положительно заряженная частица;
  - б) отрицательно заряженная частица;
  - в) молекула.
9. Электрон имеет заряд
- а) отрицательный;
  - б) положительный;
  - в) не имеет.
10. См/м – это единица измерения
- а) удельного электрического сопротивления;
  - б) напряжения;
  - в) удельной электропроводности.
11. Электролитическая диссоциация это
- а) реакция нейтрализации кислоты щелочью;
  - б) гидролиз солей под действием молекул растворителя;

- в) распад молекул электролита на ионы в растворе или расплаве.
12. Проводники первого рода имеют
- электронную проводимость;
  - ионную проводимость;
  - смешанную электронную и ионную проводимость.

### Примерная контрольная работа №1

1. Дайте определение следующим понятиям:

Катионит – это

Коион – это

Функциональная группа

2. Рассчитайте массу чистого гидроксида натрия, содержащегося в 200 мл раствора с массовой долей NaOH 25%. Плотность раствора равна 1,27 г/мл.

3. Какие функциональные группы содержит смола КУ-2?

4. Напишите уравнение ионного обмена (в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде) для системы: КУ-2 в  $H^+$  - форме помещен в раствор сульфата меди  $CuSO_4$ .

### Примерная контрольная работа №2

- Что такое общая пористость? Что подразумевают под термином “пора” применительно к ионитам?
- Что такое набухание ионитов и чем оно обусловлено?
- Как влияет на набухание ионитов концентрация равновесного раствора? Почему?
- Рассчитайте влагосодержание в образце МФ-4СК по следующим экспериментальным данным:

m(бюкса),г	m(бюкса+набухшая мембран), г	m(бюкса+сухая мембран), г
***	***	***

### Примерная контрольная работа №3

- Полная обменная емкость сухого сульфокатионита КУ-2-8 равна 4,8 моль-экв/кг. Определите предельно возможное количество (в г) бария (II), которое может поглотить 1.2 кг исходного ионита в  $Na^+$ -форме из раствора, содержащего нитрат бария. Напишите уравнения протекающих реакций в молекулярной, ионной и сокращенной ионной форме. Атомная масса бария составляет 137,327 а. е. м.
- Какими основными свойствами должны обладать ионообменные материалы?

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

Форма контроля для проведения промежуточной аттестации по дисциплине – зачет.

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения лабораторных и контрольных работ. Зачет по прослушанному курсу может быть выставлен на основании оценки деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам выполнения контрольных и лабораторных работ. Защита лабораторных работ осуществляется в течение семестра после выполнения экспериментальной части работы на основании проверки письменного отчета и устного и/или письменного опроса обучающихся по теме лабораторной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных лабораторных работ. Студенты, у которых количество

пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины. Для получения зачета обучающийся должен дать удовлетворительные ответы на все вопросы.

#### **Критерии оценки:**

- **оценка «зачтено»:** студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает основные свойства, области применения, методы исследования ионообменных материалов, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять экспериментальные данные с применением теоретических представлений.

- **оценка «не зачтено»:** материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется в описании основных свойств ионообменных материалов, не может привести конкретные примеры материалов, соответствующих заданному набору свойств, затрудняется привести примеры методов исследования основных свойств ионообменных материалов.

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

1. Классификация и основные свойства ионообменных материалов.
2. Природные ионообменные материалы.
3. Ионообменные материалы на основе синтетических смол.
4. Жидкие ионообменные мембраны.
5. Классификация ионообменных мембран.
6. Получение гомогенных и гетерогенных ионообменных мембран.
7. Структура синтетических ионообменных материалов и методы ее исследования.
8. Основные области применения ионообменных материалов.
9. Равновесие в гетерогенной системе. Набухание ионитов. Факторы, влияющие на набухание.
10. Физико-химические характеристики ионообменных материалов: обменная, гидратная и сорбционная емкость.
11. Модельные представления ионообменного равновесия Грегора, Лазара, Качальского, Райса.
12. Равновесие ионообменный материал-раствор неэлектролита. Изотерма адсорбции и коэффициенты распределения.
13. Ситовый эффект и эффект высаливания. Силы взаимодействия.
14. Равновесие ионит-раствор сильного электролита. Термодинамическое уравнение Доннана и его анализ.
15. Учет неоднородности ионитов при сорбции сильных электролитов.
16. Ионообменное равновесие. Изотерма обмена, коэффициенты разделения, распределения и равновесия.
17. Основные закономерности протекания ионного обмена в гетерогенных системах ионообменный материал-раствор электролита.
18. Механизм ионного обмена в системе ионообменный материал-раствор электролита. Лимитирующая стадия реакции ионного обмена.
19. Экспериментальные методы изучения кинетики ионного обмена в системе ионообменный материал-раствор электролита.
20. Электропроводность ионообменных материалов.
21. Модельные представления механизмов электропроводности ионообменных материалов.
22. Перфторированные ионообменные мембраны для получения хлора и щелочи.

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;

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

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

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

### **5.1 Основная литература:**

1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум // Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2017.
2. Лейкин, Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Лейкин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70769>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева, – М.: Научный мир, 2013. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=468334&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468334&sr=1)
2. Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем. Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2009.

### **5.3. Периодические издания:**

Журнал «Экология и промышленность России»

Журнал «Экологические системы и приборы»

Журнал «Безопасность в техносфере»

Журнал «Технологии гражданской безопасности»

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

<http://elibrary.ru/> - Российская научная библиотека.

<http://www.memtech.ru> – Российское мембранное общество

<http://www.mtc.kubsu.ru/> - Южный мембранный центр

<http://www.nanometer.ru/> - Нанометр-Нанотехнологическое сообщество

<http://www.sciencedirect.com> – полнотекстовая научная база данных международного издательства Elsevier.

<http://econavt.ru/instrukcii-po-ohrane-truda/dokumenty> - сайт компании «Эконавт» с базой нормативно-правовой информации по промышленной безопасности и охране труда на предприятиях.

Федеральный институт патентной собственности [официальный сайт] <http://www.fips.ru/>

База данных патентов США [официальный сайт] -

<http://www.uspto.gov/web/menu/search.html> -

База данных патентов более 70 стран мира <http://www.epo.org/searching/free/espacenet.html>

Scopus (SciVerse Scopus) мультидисциплинарная библиографическая и реферативная база данных, созданная издательской корпорацией Elsevier [официальный сайт]

[www.scopus.com](http://www.scopus.com)

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

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 размерности в чистовик. **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 вывода(ов)**

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.

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 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 информационных технологий**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся используют ПК для обработки результатов эксперимента и представления полученных данных в виде графиков и таблиц.

При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации.

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

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

### **8.3 Перечень информационных справочных систем и современных профессиональных баз данных:**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
3. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
4. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
5. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>



6. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
7. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

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

Занятия обеспечены всем необходимым для проведения лабораторных работ по учебной дисциплине «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» снабжена руководствами для выполнения лабораторных работ, учебно-лабораторным оборудованием, реактивами для эксперимента. В распоряжении лаборатории имеются лабораторные установки для исследования основных характеристик мембранных процессов. Для проведения лекций-визуализаций и лекций-конференций имеется мультимедийная аппаратура и ноутбук.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория (ауд. 322с, 416с, 126с, 422с), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для демонстрации мультимедийных презентаций.
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория (139с, 345с), укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, необходимыми для выполнения лабораторных работ: весы лабораторные, шкаф сушильный, мешалки магнитные, рН-метры-иономеры с комплектом электродов; кондуктометр; мультиметр; микрометр; необходимая лабораторная посуда, приборы и реактивы.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (ауд. 322с, 416с, 126с, 422с, 332с)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (ауд. 322с, 416с, 126с, 422с)
5.	Самостоятельная работа	Аудитории, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (400с, 401с, 431с, 329с)