

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  
Т.А. Хагуров  
подпись  
« 27 » 2022 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.В.15 ОСНОВЫ ФУНКЦИНИРОВАНИЯ ИОНООБМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ

Направление подготовки/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность <i>(код и наименование направления подготовки/специальности)</i>
Направленность (профиль) / специализация	Экологическая безопасность <i>(наименование направленности (профиля)специализации)</i>
Форма обучения	очная <i>(очная, очно-заочная, заочная)</i>
Квалификация	бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Основы функционирования ионообменных материалов в системах водоподготовки» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Программу составила:

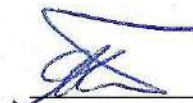
Н.В. Лоза, доцент каф. физ. химии, канд. хим. наук



Рабочая программа дисциплины «Основы функционирования ионообменных материалов в системах водоподготовки» утверждена на заседании кафедры физической химии  
протокол № 9 «20» апреля 2022 г.  
Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета/института химии и высоких технологий  
протокол № 7 «25» апреля 2022 г.  
Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты:

Доценко В.В., профессор кафедры органической химии и технологий ФГБОУ ВО «КубГУ», д-р хим. наук

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

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

**1.1 Цель освоения дисциплины** формирование знаний о строении, свойствах и особенностях применения ионообменных материалов в системах водоподготовки.

### 1.2 Задачи дисциплины

- формирование знаний о способах получения и физико-химических свойствах ионообменных материалов;
- формирование представлений о равновесии в системах с ионообменными материалами и умений применять полученные знания для выбора оптимальных ионообменных материалов;
- формирование знаний по теоретическим основам и закономерностям кинетики процессов переноса в ионообменных материалах и навыков их применения для выбора условий работы систем водоподготовки;
- формирование навыков выбора и использования оптимальных по своим свойствам ионообменных материалов для использования в системах водоподготовки и решения экологических проблем.

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

Дисциплина «Основы функционирования ионообменных материалов в системах водоподготовки» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. Изучению дисциплины должно предшествовать изучение дисциплин «Основы физической химии», «Основы аналитической химии», «Основы органической химии», «Метрология, стандартизация и сертификация» Данная дисциплина является предшествующей для изучения следующих дисциплин: «Системы защиты гидросферы и литосферы», «Моделирование физико-химических процессов в техносфере», «Мембранные технологии в обеспечении экологической безопасности», «Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии».

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

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

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен осуществлять анализ и контроль действующих норм, правил и стандартов водоподготовки, определять причины и разрабатывать мероприятия по предупреждению и устранению несоответствия питьевой воды требованиям стандарта	
ИПК-4.2. Осуществляет поиск, экспертизу, разрабатывает и использует основные методы и приемы при определении причин и разработке мероприятий по предупреждению и устранению несоответствия питьевой воды требованиям стандарта.	<b>Знать</b> терминологию в области ионитов и основные физико-химические свойства ионообменных материалов;
	<b>Уметь</b> определять равновесные и кинетические физико-химические характеристики ионообменных материалов по стандартным методикам;
	<b>Владеть</b> основными методами исследования равновесных и кинетических физико-химических характеристик ионообменных материалов.
ПК-5 Способен оценивать направления развития отечественной и зарубежной науки и техники в сфере водоподготовки и водоотведения, участвовать в разработке экологически целесообразных процессов водоподготовки и организовывать работы по их внедрению	
ИПК-5.1. Осуществляет поиск и оценку направлений развития отечественной и зарубежной науки и техники в сфере водоподготовки и водоотведения и	<b>Знать</b> основные источники научно-технической информации, в том числе нормативно-правовую документацию, научные публикации и источники, размещенные в глобальных информационных ресурсах сети Интернет.

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
использует экологически целесообразные процессы водоподготовки	<b>Уметь</b> находить научно-техническую информацию в данной предметной области, размещенных в том числе в глобальных информационных ресурсах;
	<b>Владеть</b> навыками самостоятельной работы с научно-технической и учебной информацией из различных источников для решения профессиональных задач;
ИПК-5.2. Принимает участие в разработке современных экологически целесообразных процессов и технологии в сфере водоподготовки и водоотведения и организации работ по их внедрению	<b>Знать</b> современные тенденции развития техники и технологий с применением ионообменных материалов в области обеспечения техносферной безопасности;
	<b>Уметь</b> выбирать и оценивать свойства ионообменных материалов с точки зрения их применения в процессах водоподготовки;
	<b>Владеть</b> навыками выбора и использования оптимальных по своим свойствам ионообменных материалов для использования в системах водоподготовки и решения экологических проблем новых.

Результаты обучения по 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 зачетных единицы (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения
		очная
		5 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>106,4</b>	<b>106,4</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
занятия лекционного типа	30	30
лабораторные занятия	54	54
практические занятия	18	18
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>37,8</b>	<b>37,8</b>
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	20	20
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	9	9
Подготовка к текущему контролю (контрольным работам)	8,8	8,8

<b>Контроль:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
Подготовка к экзамену		0	0
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>104,6</b>	<b>104,6</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (3 курс) очной формы обучения.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Классификация ионообменных материалов, их строение, физико-химические свойства и методы получения	34	8	4	14	8
2.	Равновесие в гетерогенной системе ионообменный материал - раствор	44	10	6	18	10
3.	Кинетика ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита	32	6	4	14	8
4.	Мембранная электрохимия	24	6	4	8	6
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		134	30	18	54	32
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Подготовка к текущему контролю		5,8				
Общая трудоемкость по дисциплине		144	20	18	54	37,8

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 (темы)	Форма текущего контроля
1.	Классификация ионообменных материалов, их строение, физико-химические свойства и методы получения	Ионообменные материалы, применяемые в водоподготовке. Классификация ионообменных материалов.	Тест №1
2.		Природные и синтетические ионообменные материалы. Основные понятия, определения и классификация.	Контрольная работа №1
3.		Ионообменные мембраны и их классификация.	Контрольная работа №2
4.		Структура ионообменных материалов и методы ее исследования. Различные состояния воды в ионообменных материалах	Контрольная работа №2
5.	Равновесие в гетерогенной системе ионообменный материал - раствор	Процессы набухания ионообменных материалов и осмотическая стабильность.	Контрольная работа №2
6.		Модельные представления набухания ионитов	Контрольная работа №2

7.		Равновесие ионит - раствор неэлектролита	Контрольная работа №2
8.		Равновесие ионит-раствор сильного электролита	Контрольная работа №2
9.		Ионообменное равновесие. Уравнение Никольского	Контрольная работа №2
10.	Кинетика ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита	Основные закономерности протекания ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита.	Контрольная работа №3
11.		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.	Мембранная электрохимия	Селективность ионообменных материалов	Контрольная работа №3
14.		Электропроводность ионообменных материалов	Контрольная работа №3
15.		Двухфазная модель проводимости ионообменных материалов	Контрольная работа №3

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий	Форма текущего контроля
1.	Классификация ионообменных материалов, их строение, физико-химические свойства и методы получения	Ионообменные материалы, применяемые в водоподготовке. Классификация ионообменных материалов.	Устный опрос, тест № 1
2.		Процессы набухания ионообменных материалов и осмотическая стабильность.	Устный опрос, контрольная работа № 1
3.	Равновесие в гетерогенной системе ионообменный материал - раствор	Процессы набухания ионообменных материалов и осмотическая стабильность. Модельные представления набухания ионитов	Устный опрос, контрольная работа № 2
4.		Равновесие ионит - раствор неэлектролита.	Устный опрос, контрольная работа № 2
5.		Равновесие ионит - раствор электролита. Ионообменное равновесие. Уравнение Никольского	Устный опрос, контрольная работа № 2
6.	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.	Устный опрос, контрольная работа № 3
7.		Экспериментальные методы изучения кинетики ионного обмена	Устный опрос, контрольная работа № 3
8.	Мембранная электрохимия	Электропроводность ионитов	Устный опрос, контрольная работа № 3
9.		Двухфазная модель проводимости ионообменных материалов	Устный опрос, контрольная работа № 3

№	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 и/или письменный опрос
7.		7. Изучение сорбции электролитов ионитами различного типа.	
8.		8. Изучение сорбции неэлектролитов ионообменными материалами.	
9.	Кинетика ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита	9. Изучение скорости ионного обмена в системе ионполимер-раствор электролита	
10.		10. Определение кажущейся константы равновесия в системе ионит-раствор.	
11.	Мембранная электрохимия	11. Определение удельной электропроводности ионообменных мембран.	

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

**2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов) - 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	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	Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	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.
4	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,
- 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 следующих образовательных технологий: проблемное обучение, лабораторные работы в малых группах, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов разбора конкретных ситуаций в сочетании с внеаудиторной работой. При проведении лекционных занятий



используются мультимедийные презентации. В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения и исследовательские методы.

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 «Основы функционирования ионообменных материалов в системах водоподготовки».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, устного опроса, выполнения и защиты лабораторных работ 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-4.2. Осуществляет поиск, экспертизу,	<b>Знать</b> терминологию в области ионитов и основные физико-химические свойства ионообменных материалов;	Устный опрос; тест; контрольные работы; лабораторные работы	Вопросы на зачете
2	разрабатывает и использует основные методы и приемы при определении причин и разработке мероприятий по предупреждению и устранению несоответствия	<b>Уметь</b> определять равновесные и кинетические физико-химические характеристики ионообменных материалов по стандартным методикам;	Устный опрос; контрольные работы; лабораторные работы	Вопросы на зачете 10, 11, 17, 18, 19, 20, 21
3	питьевой воды требованиям стандарта.	<b>Владеть</b> основными методами исследования равновесных и кинетических физико-химических характеристик ионообменных материалов.	Лабораторные работы	Вопросы на зачете 7, 14, 15, 18, 19, 20, 21
4	ИПК-5.1. Осуществляет поиск и оценку направлений развития отечественной и зарубежной науки и техники в сфере водоподготовки и водоотведения и использует	<b>Знать</b> основные источники научно-технической информации, в том числе нормативно-правовую документацию, научные публикации и источники, размещенные в глобальных информационных ресурсах сети Интернет.	Устный опрос	

5	экологически целесообразные процессы водоподготовки	<b>Уметь</b> находить научно-техническую информацию в данной предметной области, размещенных в том числе в глобальных информационных ресурсах;	Устный опрос; лабораторные работы	
6		<b>Владеть</b> навыками самостоятельной работы с научно-технической и учебной информацией из различных источников для решения профессиональных задач;	Лабораторные работы	
7		<b>Знать</b> современные тенденции развития техники и технологий с применением ионообменных материалов в области обеспечения техносферной безопасности;	Устный опрос; лабораторные работы	Вопросы на зачете 8, 22
8	ИПК-5.2. Принимает участие в разработке современных экологически целесообразных процессов и технологии в сфере водоподготовки и водоотведения и организации работ по их внедрению	<b>Уметь</b> выбирать и оценивать свойства ионообменных материалов с точки зрения их применения в процессах водоподготовки;	Устный опрос; лабораторные работы	Вопросы на зачете 1-6
9		<b>Владеть</b> навыками выбора и использования оптимальных по своим свойствам ионообменных материалов для использования в системах водоподготовки и решения экологических проблем новых.	Устный опрос; лабораторные работы	Вопросы на зачете 5, 8, 9, 10-13, 14-16, 20, 22

**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**

*Примерный перечень вопросов и заданий*

**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
- а) электронную проводимость;
  - б) ионную проводимость;

в) 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

1. Что такое общая пористость? Что подразумевают под термином “пора” применительно к ионитам?

2. Что такое набухание ионитов и чем оно обусловлено?

3. Как влияет на набухание ионитов концентрация равновесного раствора? Почему?

4. 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

1. 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.

2. Какими основными свойствами должны обладать ионообменные материалы?

### Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации ()

#### 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.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

Критерии оценивания по зачету:

- **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.

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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная 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>.
3. 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)
4. Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем. Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2009.

### **5.2. Периодическая литература**

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. Журнал «Экология и промышленность России»
4. Журнал «Экологические системы и приборы»
5. Журнал «Безопасность в техносфере»
6. Журнал «Технологии гражданской безопасности»
7. Журнал «Электрохимия»

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

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

1. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
2. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
3. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
4. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

**Профессиональные базы данных**

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>

7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### ***Информационные справочные системы***

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### ***Ресурсы свободного доступа***

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
6. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
7. Химическая информационная сеть. <http://www.chemnet.ru>
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ) <http://www.gpntb.ru/>
9. <http://econavt.ru/instrukcii-po-ohrane-truda/dokumenty> - База нормативных документов по охране труда.
10. <http://gostexpert.ru> - Единая база гостей РФ
11. <http://www.fips.ru> - Федеральный институт патентной собственности
12. <http://www.viniti.msk.su/> - Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)
13. <http://www.icsti.su/portal/index.html> - Международный центр научной и технической информации (МЦНТИ)
14. <http://www.vntic.org.ru/> - Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИЦ)
15. <http://www.gpntb.ru/> - Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ)
16. <http://www.uspto.gov/web/menu/search.html> - База данных патентов США
17. <http://www.epo.org/searching/free/espacenet.html> - База данных патентов более 70 стран мира
18. <http://www.i-r.ru/> - журнал "Изобретатель и рационализатор"
19. <http://www.intelpress.ru/> - журнал "Интеллектуальная собственность"
20. <http://patents-and-licences.webzone.ru/index.html> - журнал «Патенты и лицензии»
21. <http://www.patentinfo.ru/> - журнал «Патентный поверенный»

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

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 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 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.

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)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

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	MS Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 139с	Специализированная мебель и технические средства обучения, необходимые 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.	

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)	
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)	MS Office