

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  
Б1.В.02 СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА ИОНООБМЕННЫХ И СОРБЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки	04.04.01 Химия
Направленность (профиль)	Электрохимия
Форма обучения	очная
Квалификация	магистр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратуры).

Программу составила:  
Н.А. Кононенко, проф. каф. физ. химии,  
д-р хим. наук, проф.



---

Рабочая программа дисциплины Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов 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 химии и высоких технологий  
протокол № 7 «25» апреля 2022 г.

Председатель УМК факультета

Беспалов А.В.



---

Рецензенты:

Филиппов А.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры высшей математики  
Российского государственного университета нефти и газа им. И.М.Губкина

Соколов М.Е., канд. хим. наук, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий  
ФГБОУ ВО «КубГУ».

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов» состоит в формировании у студентов знаний по структуре и физико-химическим свойствам ионообменных и сорбционных материалов для практического применения в электрохимии; подготовка студентов к решению научно-исследовательских задач в выбранной области химии.

### 1.2 Задачи дисциплины

В задачи учебной дисциплины «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов» входит:

- сформировать у студентов знания о процессах сорбции и ионного обмена в природных и синтетических материалах;
- обеспечить усвоение теоретических основ и закономерностей ионного обмена;
- сформировать представления о технологических процессах с участием ионообменников и сорбентов;
- сформировать у студентов навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы.

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

Дисциплина «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. Изучение дисциплины «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов» должно предшествовать изучению таких дисциплин, как «Современные методы исследования в электрохимии». При освоении данной дисциплины студенты должны иметь знания по физической химии и электрохимии, умение работать с химической посудой и реактивами. В рамках данной дисциплины у студентов формируют знания, умения и навыки, которые обеспечат формирование компетенций, необходимых для успешной научно-исследовательской работы в выбранной области химии.

### 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
<b>ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук</b>	
ИПК-1.1. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.	Знает основные закономерности сорбции и ионного обмена.
	Умеет экспериментально определить равновесные и кинетические характеристики ионообменников и сорбентов.
	Владеет основными понятиями и терминологией в области синтетических полимерных материалов.
ИПК-1.2. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии.	Знает методы исследования ионообменников и сорбентов.
	Умеет использовать современное физико-химическое оборудование для исследования структуры и свойств ионполимеров
	Владеет теоретическими представлениями о взаимосвязи структуры и свойств ионообменников

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-3. Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в электрохимии или смежных науках</b>	
ИПК-3.1. Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике исследования в выбранной области химии.	Знает особенности ионообменных и сорбционных процессов.
	Умеет проводить критический анализ результатов экспериментальных исследований структуры и свойств ионообменников.
	Владеет способностью обобщать результаты информационного поиска по структуре и свойствам ионообменников и сорбентов.
ИПК-3.2. Оценивает перспективы практического применения результатов НИР и НИОКР и продолжения работ в электрохимии или смежных науках.	Знает области применения ионообменников и сорбентов.
	Умеет интерпретировать полученные экспериментальные результаты и формулировать заключения и выводы с использованием литературных данных.
	Владеет навыками по результатам экспериментальных исследований оценивать перспективы практического использования ионообменников.

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 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		1	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	
занятия лекционного типа	32	32	
лабораторные занятия	36	36	
практические занятия	-	-	
семинарские занятия	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	
Оформление лабораторных работ	30	30	
Самостоятельное изучение теоретического материала	30	30	
Подготовка к текущему контролю	25	25	
<b>Контроль:</b>			
Подготовка к экзамену	26,7	26,7	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>68,3</b>	<b>68,3</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение. Общие положения	12	2	-	-	10
2.	Классификация ионообменников и сорбентов, синтез ионитов	12	2	-	-	10
3.	Структура ионообменников и сорбентов	32	6	-	6	20
4.	Физико-химические свойства ионитов	40	8	-	12	20
5.	Процессы набухания, необменного поглощения, ионного обмена	35	8	-	12	15
6.	Основы ионообменной технологии	22	6	-	6	10
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	153	32	-	36	85
	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	26,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	180				

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.	Введение. Общие положения	Ионный обмен и сорбция: основные положения. Понятие полимерной матрицы, функциональной группы, фиксированного иона, противоиона и коиона. История развития ионного обмена. Техническая эволюция ионообменников и сорбентов.	устный опрос
2.	Классификация ионообменников и сорбентов, синтез ионитов	Классификация ионитов по функциональным свойствам, структуре, степени ионизации функциональных групп. Синтез ионитов и сорбентов. Смолы полимеризационного и поконденсационного типа. Химическое кондиционирование.	устный опрос
3.	Структура ионообменников и сорбентов	Физические методы исследования структуры синтетических ионообменников и сорбентов.	устный опрос
4.	Структура ионообменников и сорбентов	Методы исследования пористости. Метод контактной эталонной порометрии.	устный опрос, ЛР1
5.	Физико-химические свойства ионитов	Механические свойства ионитов. Термическая и химическая устойчивость ионитов. Реакции в сульфокатионитах и анионообменниках.	устный опрос, ЛР2
6.	Физико-химические свойства ионитов	Обменная емкость ионитов и способы ее определения. Константа ионизации ионитов. Уравнение Гендерсона-Хассельбаха.	устный опрос, ЛР3, ЛР4 Тест 1
7.	Процессы набухания, необменного поглощения, ионного обмена	Набухание ионитов. Модельные представления ионообменного равновесия. Термодинамика набухания. Свободная и связанная вода в ионитах. Равновесие ионит-раствор неэлектролита. Изотерма адсорбции и коэффициенты распределения. Ситовый эффект и эффект высаливания. Равновесие ионит-раствор сильного электролита. Термодинамическое уравнение Доннана и его	ЛР5

		анализ. Учет неоднородности ионитов при сорбции сильных электролитов.	
8.	Процессы набухания, необменного поглощения, ионного обмена	Ионообменное равновесие. Изотерма обмена, коэффициенты разделения, распределения и равновесия. Уравнение Никольского. Явления зарядовой селективности.	ЛР6 КР1
9.	Основы ионообменной технологии	Применение ионообменников и сорбентов в химической и пищевой промышленности. Ионообменная технология водоподготовки: умягчение, очистка и деионизация воды. Регенерация ионообменников и сорбентов	устный опрос

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

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Структура ионообменников и сорбентов	Определение структурных характеристик мембран и смол методом контактной эталонной порометрии	ЛР1
2.	Физико-химические свойства ионитов	Определение плотности ионообменников и сорбентов	ЛР2
3.	Физико-химические свойства ионитов	Определение обменной и сорбционной емкости ионообменников и сорбентов.	ЛР3
4.	Физико-химические свойства ионитов	Определение константы ионизации ионообменных материалов методом потенциометрического титрования	ЛР4 Тест №1
5.	Процессы набухания, необменного поглощения, ионного обмена	Определение массовой доли воды в ионообменниках и сорбентах методом воздушно-тепловой сушки.	ЛР5
6.	Процессы набухания, необменного поглощения, ионного обмена	Определение изменения линейных размеров при набухании ионообменных мембран	ЛР6

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ	1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: учебное пособие Краснодар, Кубанский гос. ун-т, 2017. 290 с..
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	1. Рамбиди Н.Г. Структура полимеров – от молекул до наноансамблей. Учебное пособие. – Долгопрудный: ООО Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 264 с. 2. Кононенко, Н.А., Фоменко, М.А., Березина, Н.П., Вольфович, Ю.М. Пористая структура мембранных материалов. Учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013. 121 с.
3	Подготовка к текущему контролю	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.

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 «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов».

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 и экзамену.

#### 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-1.1. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения	Знает основные закономерности сорбции и ионного обмена.	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 9
		Умеет экспериментально определить равновесные и кинетические	Лабораторная работа	-

	современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.	характеристики ионообменников и сорбентов.		
		Владеет основными понятиями и терминологией в области синтетических полимерных материалов.	Лабораторная работа Тест	Вопрос на экзамене 3-4
2	ИПК-1.2. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии.	Знает методы исследования ионообменников и сорбентов.	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 8-12
		Умеет использовать современное физико-химическое оборудование для исследования структуры и свойств ионполимеров	Лабораторная работа	-
		Владеет теоретическими представлениями о взаимосвязи структуры и свойств ионообменников	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 7
3	ИПК-3.1. Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике исследования в выбранной области химии.	Знает особенности ионообменных и сорбционных процессов.	Лабораторная работа Тест	Вопрос на экзамене 14-15
		Умеет проводить критический анализ результатов экспериментальных исследований структуры и свойств ионообменников.	Лабораторная работа	-
		Владеет способностью обобщать результаты информационного поиска по структуре и свойствам ионообменников и сорбентов.	Лабораторная работа	-
4	ИПК-3.2. Оценивает перспективы практического применения результатов НИР и НИОКР и продолжения работ в электрохимии или смежных науках.	Знает области применения ионообменников и сорбентов.	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 21, 22
		Умеет интерпретировать полученные экспериментальные результаты и формулировать заключения и выводы с использованием литературных данных.	Лабораторная работа	-
		Владеет навыками по результатам экспериментальных исследований оценивать перспективы практического использования ионообменников.	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 7



**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 устному опросу по теме 1 «Введение. Общие положения»**

1. Какие полимеры используются для получения ионообменников и сорбентов?
2. Какие функциональные группы содержатся в катионообменниках?
3. Какие функциональные группы содержатся в анионообменниках?
4. Какие неорганические ионообменники вы знаете?
5. В чем преимущество ионообменников на полимерной матрице по сравнению с природными сорбентами?

**Вопросы к устному опросу по теме 2 «Классификация ионообменников и сорбентов, синтез ионитов»**

1. Какова классификация полимеров?
2. Какие реакции используются при синтезе ионитов и сорбентов?
3. Как получить пористые иониты и сорбенты?
4. Какую геометрическую форму имеют иониты?
5. Чем отличается ионообменник от сорбента?

**Вопросы к устному опросу по теме 3 «Структура ионообменников и сорбентов»**

1. Физические методы исследования структуры синтетических ионообменников и сорбентов.
2. Методы исследования пористости ионообменников и сорбентов.
3. Возможности оптических методов при исследовании структуры ионитов.
4. Перспективы применения резонансных методов для оценки структурных характеристик ионитов.
5. Уровни гетерогенности структуры синтетических полимеров.
6. Взаимосвязь структурных и транспортных характеристик ионообменных мембран.
7. Атомная силовая и сканирующая микроскопия в исследованиях структуры ионитов.
8. Метод контактной эталонной порометрии.

**Тест №1 по теме 4 «Физико-химические свойства ионитов»**

1. У каких ионообменников выше плотность?  
*на полистирольной матрице*  
*на перфторированной матрице*
2. Как изменяется обменная емкость ионита с ростом степени сшивки полимерной матрицы?  
*увеличивается*  
*уменьшается*  
*не изменяется*
3. Ионообменники и сорбенты:  
*растворяются в воде*  
*не растворяются в воде*
4. Реакции, протекающие в сульфокатионитах при нагревании:  
*десульфирования*  
*дезаминирования*  
*деградации*
5. Для расчета константы ионизации ионообменника используется уравнение:  
*Нернста-Планка*  
*Гендерсона-Хассельбаха*  
*Дебая-Хюккеля*

## Контрольная работа № 1 по теме 5 «Процессы набухания, необменного поглощения, ионного обмена»

### Вариант №1

1. Как изменится набухание ионполимера, если степень его сшивки увеличится в 2 раза?
2. Объясните, почему анионит ЭДЭ-10П лучше сорбирует триэтиламин, а АВ-17 – фенол?
3. Как будет выглядеть изотерма обмена  $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$  для смолы КУ-2?
4. Дайте определение зарядовой селективности ионполимеров.
5. Рассчитайте, во сколько раз изменится концентрация доннановски сорбированного электролита, если концентрация внешнего раствора увеличится в 3 раза.

### Вариант №2

1. Как изменится набухание катионита, если его перевести из  $\text{Na}^+$ - в  $\text{Li}^+$ -форму?
2. Объясните, почему смола КБ-2 лучше сорбирует триэтиламин, а КУ-2 – фенол?
3. Как будет выглядеть изотерма обмена  $\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$  для смолы АВ-17?
4. Что такое ситовый эффект?
5. Рассчитайте, во сколько раз изменится концентрация доннановски сорбированного электролита, если концентрация внешнего раствора увеличится в 4 раза.

### Вариант №3

1. Как обменная емкость влияет на набухание ионполимеров в воде?
2. Объясните, почему анионит ЭДЭ-10П лучше сорбирует бутанол, а АВ-17 – фенол?
3. Нарисуйте изотерму обмена  $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$  для смолы КБ-4?
4. Почему смола КУ-2 в  $\text{Li}^+$ -форме сорбирует меньше фенола, чем в  $\text{Na}^+$ -форме?
5. Рассчитайте, во сколько раз изменится концентрация доннановски сорбированного электролита, если концентрация внешнего раствора увеличится в 5 раз.

### Вопросы к устному опросу по теме 6 «Основы ионообменной технологии»

1. Какие ионообменные материалы используются для удаления ионов жесткости из воды?
2. Какие материалы используются для очистки лекарственных препаратов?
3. Для каких целей используются ионообменники в молочной промышленности?
4. Какие ионообменники используются для осветления сахарных сиропов?
5. Как регенерировать ионообменную колонку со смешанным слоем ионитов?

### Контрольные вопросы к лабораторным работам

#### Лабораторная работа №1

1. Каковы уровни гетерогенности структуры синтетических полимеров?
2. Какие физические методы исследования структуры синтетических ионообменников и сорбентов вы знаете?
3. Какую информацию о структуре ионообменников дает метод ДСК?
4. Как влияет пористость ионообменников и сорбентов на их физико-химические характеристики?

#### Лабораторная работа №2-4

1. Какие реакции протекают в ионообменниках при нагревании?
2. В чем заключается химическое кондиционирование ионитов?
3. Какие параметры характеризуют прочность ионообменников и сорбентов?

4. Какие методы определения обменной емкости вы знаете?
5. В чем преимущество потенциометрического титрования при определении обменной емкости ионитов?

*Лабораторная работа №5-6*

1. Какие гидратные характеристики ионообменников вы знаете?
2. Какие факторы влияют на набухание ионполимеров?
3. Почему не растворяются в воде ионполимеры на углеводородной и перфторированной матрице?
4. Как влияет набухание ионполимеров на их геометрические размеры?

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

***1. Список вопросов для подготовки к экзамену***

1. История развития ионного обмена.
2. Техническая эволюция ионообменников и сорбентов.
3. Понятие полимерной матрицы, функциональной группы, фиксированного иона, противоиона и коиона.
4. Классификация ионитов и сорбентов.
5. Синтез ионитов.
6. Синтез ионообменных мембран.
7. Структурная организация ионитов. Свободная и связанная вода.
8. Методы исследования структуры ионообменников и сорбентов.
9. Физико-химические свойства ионитов.
10. Механические свойства ионитов.
11. Термическая и химическая устойчивость ионитов.
12. Обменная емкость ионитов. Способы определения.
13. Набухание ионитов. Модельные представления.
14. Равновесие ионит-раствор неэлектролита.
15. Ситовый эффект и эффект высаливания.
16. Равновесие ионит-раствор сильного электролита.
17. Уравнение Доннана и его анализ.
18. Учет неоднородности ионитов при сорбции сильных электролитов.
19. Ионообменное равновесие. Уравнение Никольского.
20. Явления зарядовой селективности.
21. Применение ионитов. Ионообменная технология.
22. Применение сорбентов.

***3. Пример билета к экзамену***

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Кафедра физической химии

Направление подготовки 04.04.01 - Химия

20\_\_ - 20\_\_ уч. год

Дисциплина «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.**

1. Методы исследования структуры ионообменных и сорбционных материалов.
2. Синтез и физико-химические свойства ионитов.
3. Ионообменная технология умягчения воды.

Заведующий кафедрой физической химии \_\_\_\_\_

В.И. Заболоцкий

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно владеет теоретическим материалом, знает классификацию ионообменников и сорбентов, способы их получения, методы исследования структуры и физико-химических свойств и области применения.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо владеет теоретическим материалом, знает методы исследования структуры и физико-химических свойств ионообменников и сорбентов, способен справиться с ответом при незначительной помощи со стороны преподавателя.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает терминологию, классификацию ионообменников и сорбентов, однако плохо разбирается в особенностях их структуры и физико-химических свойств, с трудом справляется с ответами на вопросы при существенной помощи со стороны преподавателя.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен охарактеризовать структуру и физико-химические свойства ионообменников и сорбентов даже с помощью преподавателя (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых понятий).

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. Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов: Учебное пособие. Бинوم. Лаборатория знаний, 2011. - 413 с.
2. Иржак В.И. Структурная кинетика формирования полимеров. СПб.: Лань. – 2015. 448 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/56604/#1>.
3. Кононенко, Н.А., Фоменко, М.А., Березина, Н.П., Вольфкович, Ю.М. Пористая структура мембранных материалов. Учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013. 121 с.
4. Рамбиди Н.Г. Структура полимеров – от молекул до наноансамблей. Учебное пособие. – Долгопрудный: ООО Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 264 с.

### **5.2. Периодическая литература**

1. Успехи химии - российский научный журнал, публикующий обзорные статьи по актуальным проблемам химии и смежных наук.

2. Коллоидный журнал – один из крупнейших российских научных журналов, отражающих основные достижения в области коллоидной химии, публикующий работы, посвященные ионообменникам и сорбентам.

3. Мембраны и мембранные технологии - российский научный журнал, публикующий статьи по основным проблемам получения и исследования ионообменных смол и мембран на их основе.

4. 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, а также на границах химии и смежных с ней наук.

### **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/>;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.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 изучение дисциплины «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов» требует от студентов регулярного посещения лекций, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

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 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 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)

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)	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, сушильный шкаф, весы лабораторные – 1 шт, весы аналитические – 2 шт, термостат воздушный – 1 шт, иономер-рН-метр – 3 шт, мешалки магнитные – 3 шт., измеритель иммитанса Е7-21 – 4 шт, источник тока импульсный Б5-50 – 3 шт, кондуктометр – 1 шт, мультиметры универсальные настольные – 5 шт; потенциостат AUTOLAB PGSTAT302; 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	Microsoft Windows; Microsoft Office

	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)	Microsoft Windows; Microsoft Office