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

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____Хагуров Т.А.
«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 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 2021

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 № 11 от «20» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой
физической химии Заболоцкий В.И. _____

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

Председатель УМК факультета Беспалов А.В. _____

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
ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук	
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

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
	Владеет теоретическими представлениями о взаимосвязи структуры и свойств ионообменников
ПК-3. Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в электрохимии или смежных науках	
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	
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		**68**	**68**	
занятия лекционного типа		32	32	
лабораторные занятия		36	36	
практические занятия		-	-	
семинарские занятия		-	-	
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3	
Самостоятельная работа, в том числе:		**85**	**85**	
Оформление лабораторных работ		30	30	
Самостоятельное изучение теоретического материала		30	30	
Подготовка к текущему контролю		25	25	
Контроль:				
Подготовка к экзамену		26,7	26,7	
Общая трудоемкость	**час.**	**180**	**180**	
	в том числе контактная работа	**68,3**	**68,3**	
	зач. ед	**5**	**5**	

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	СРС
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
	ИТОГО по разделам дисциплины	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 анализ. Учет неоднородности ионитов при сорбции сильных электролитов.	ЛР5
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., Вольфкович, 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

№	Код и наименование	Результаты обучения	Наименование оценочного средства

п/п	индикатора (в соответствии с п. 1.4)	(в соответствии с п. 1.4)	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	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.	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 9
		Умеет экспериментально определить равновесные и кинетические характеристики ионообменников и сорбентов.	Лабораторная работа	-
		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 $Na^+ – Ca^{2+}$ 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 Na^+- в Li^+-форму?

2 Объясните, почему смола КБ-2 лучше сорбирует триэтиламин, а КУ-2 – фенол?

3 Как будет выглядеть изотерма обмена $Cl^- – SO_4^{2+}$ 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 $Na^+ – Ca^{2+}$ для смолы КБ-4?

4. Почему смола КУ-2 в Li^+-форме сорбирует меньше фенола, чем в 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. Бином. 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, посвящённые 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,

посвящённые 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
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» 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
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 подготовится 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 требования 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-pH-	Microsoft Windows; Microsoft Office

	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.	

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

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