

Министерство образования и науки 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



Иванов

2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.03 СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИОНООБМЕННЫХ И СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки/специальность 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) Электрохимия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2017

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.

Программу составила

Н.А.Кононенко, профессор кафедры физической химии, д.х.н. 

Рабочая программа дисциплины «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов» утверждена на заседании кафедры физической химии

протокол № 22 от «26» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической химии протокол № 22 от «26» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «27» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.



Рецензенты:

Доценко С.П., д.х.н., проф., зав. кафедрой органической, физической и коллоидной химии ФГБОУ ВО «КубГАУ»

Соколов М.Е., к.х.н., доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний по структуре и физико-химическим свойствам ионообменных и сорбционных материалов для их эффективного использования в различных технологических процессах и подготовка студентов к самостоятельной работе в избранной области химии.

1.2 Задачи дисциплины

- 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;
- развить умения по использованию ионообменных материалов и сорбентов в различных технологиях;
- сформировать у студентов навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.03 «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов» является обязательной и входит в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 04.04.01 Химия. Изучение дисциплины «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов» проводится одновременно с изучением таких дисциплин, как «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь знания по физической химии и электрохимии, умение работать с химической посудой и реактивами.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	закономерности переноса заряда и массы в ионных проводниках	установить взаимосвязь между потоком заряда или вещества и силой, его вызывающей	основными понятиями и терминологией в области кинетики ионного обмена
2	ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	количественные характеристики электромассопереноса	теоретически рассчитать и экспериментально определить потоки заряда и массы в ионных	методиками исследования транспортных свойств ионообменных материалов,

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				проводниках; проводить статистическую обработку полученных данных	навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			9			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		54	54			
Занятия лекционного типа		18	18			
Лабораторные занятия		36	36			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-			
Иная контактная работа:						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		89,8	89,8			
Проработка учебного (теоретического) материала		20	20			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		20	20			
Реферат		20	20			
Подготовка к текущему контролю		29,8	29,8			
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	144	144			
	в том числе контактная работа	54,2	54,2			
	зач. ед	4	4			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Общие положения	12	2	-	-	10
2.	Классификация ионообменников и сорбентов, синтез ионитов	12	2	-	-	10
3.	Структура ионообменников и сорбентов	36	4	-	12	20
4.	Физико-химические свойства ионитов	36	4	-	12	20
5.	Процессы набухания, необменного поглощения, ионного обмена	26	4	-	12	10
6.	Основы ионообменной технологии	21,8	2	-	-	19,8
	Итого по дисциплине:		18	-	36	89,8

--	--	--	--	--	--	--

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

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
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. Метод контактной эталонной порометрии.	Реферат
4	Физико-химические свойства ионитов	Механические свойства ионитов. Термическая и химическая устойчивость ионитов. Реакции в сульфокатионитах. Обменная емкость ионитов и способы ее определения. Константа ионизации ионитов. Уравнение Гендерсона-Хассельбаха.	Тест
5	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. Ионообменное равновесие. Изотерма обмена, коэффициенты разделения, распределения и равновесия. Уравнение Никольского. Явления зарядовой селективности.	Контрольная работа
6	Основы ионообменной технологии	Применение ионообменников и сорбентов в химической и пищевой промышленности. Ионообменная технология водоподготовки: умягчение и очистка воды на ионитных фильтрах, деионизация воды в фильтрах смешанного действия. Регенерация ионообменников и сорбентов.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Структура ионообменников и сорбентов	Определение структурных характеристик мембран и смол методом контактной эталонной порометрии Определение плотности ионообменников и сорбентов.	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
2.	Физико-химические свойства ионитов	Определение обменной и сорбционной емкости ионообменников и сорбентов. Определение константы ионизации ионообменных материалов методом потенциометрического титрования	Предварительный устный опрос по теме работы, защита лабораторной работы
3.	Процессы набухания, необменного поглощения, ионного обмена	Определение массовой доли воды в ионообменниках и сорбентах методом воздушно-тепловой сушки. Определение изменения размеров при набухании ионообменных мембран	Процессы набухания, необменного поглощения, ионного обмена

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы – не предусмотрены

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Подготовка отчета по лабораторной работе	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2.	Подготовка к устному опросу	1. 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 тесту	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.
4.	Подготовка к контрольной работе	1. 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. 2. 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.
5.	Подготовка реферата	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.
6.	Подготовка к зачету	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., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: учебное пособие Краснодар, Кубанский гос. ун-т, 2017. 290 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.

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.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации. В рамках практических и лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой педагогический опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии.

Семестр	Вид занятий (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
9	ЛР	Моделирование и визуализация процессов, протекающих в ионитах при набухании	8
9	ЛР	Моделирование и визуализация процессов, протекающих при исследовании структуры полимеров	8
	Итого:		16

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимую коррекцию, как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Вопросы для устного опроса по теме «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?

Тест по теме «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 по теме «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 Na^+ - в 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 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.

Примерные темы рефератов по теме «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.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы для подготовки к зачету

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. Физико-химические свойства ионитов.
8. Механические свойства ионитов.
9. Термическая и химическая устойчивость ионитов.
10. Обменная емкость ионитов. Способы определения.
11. Набухание ионитов. Модельные представления.
12. Структурная организация ионитов. Свободная и связанная вода.
13. Методы исследования структуры ионообменников и сорбентов.
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.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

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

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

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление

информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная 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>

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

5.2 Дополнительная литература:

1. 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.
2. Рамбиди Н.Г. Структура полимеров – от молекул до наноансамблей. Учебное пособие. – Долгопрудный: ООО Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 264 с.
3. 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.

5.3. Периодические издания:

Журнал «Мембраны и мембранные технологии»
"Журнал физической химии"

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

Русское мембранное общество «Мембраны и мембранные технологии»:
<http://memtech.ru/index.php/ru/>

КубГУ, кафедра физической химии:

<http://www.kubsu.ru/University/departments/CHEM/physchem/>

НОЦ Южный мембранный центр: www.mtc.kubsu.ru

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет - источниками;
- подготовка к зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, полученный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины.

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

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- ☐ название работы;
- ☐ заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- ☐ уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- ☐ расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

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.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень информационных технологий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)

Программное обеспечение для слабовидящих.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ауд. 332с, 334с, 406с, 416с).
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория «Мембранного материаловедения» (ауд.345с), предназначенная для проведения практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов», укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения, снабжена демонстрационным стендом «Ионообменные материалы», руководствами для выполнения лабораторных работ и практических занятий, учебно-лабораторным оборудованием, реактивами для химического эксперимента. В необходимом количестве имеются химические реактивы: растворы солей, кислот, щелочей, индикаторов. Имеется химическая посуда: стаканы, колбы, пипетки, бюретки для титрования, а также электрохимические ячейки: кондуктометрическая ячейка для измерения сопротивления растворов, ячейки для измерения сопротивления мембран контактным и разностным методами, диффузионная ячейка. В лаборатории имеются лабораторные установки для исследования основных характеристик ионообменников, включающие приборы: потенциостат AUTOLAB PGSTAT302, насос многоканальный перистальтический Heidolph Pumpdrive 5001, мультиметры универсальные настольные, иономер-рН-метр. Имеются весы аналитические, шейкер лабораторный LS110, компьютеры для обработки экспериментальных данных на лабораторных занятиях.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ауд. 332с, 334с, 343с).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ауд.345с).
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд.329с).