

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

«30» мая 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.ДВ.02.02 ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫЕ И ГИБРИДНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА, ОЧИСТКИ И РАЗДЕЛЕНИЯ**

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) Электрохимия

Форма обучения очная

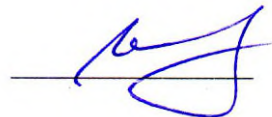
Квалификация выпускника магистр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫЕ И ГИБРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА, ОЧИСТКИ И РАЗДЕЛЕНИЯ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратуры).

Рабочую программу составил:

Н.В.Шельдешов, профессор кафедры физической химии
д-р хим. наук, доц.



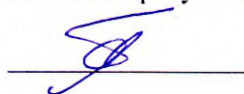
Рабочая программа дисциплины ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫЕ И ГИБРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА, ОЧИСТКИ И РАЗДЕЛЕНИЯ утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 10 от 03 апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой физической химии И.В.Фалина



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от 24 апреля 2025 г.

Председатель УМК факультета, А.В.Беспалов



Рецензенты:

Н.Н. Буков, профессор кафедры неорганической химии и химии координационных соединений ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», д-р. хим. наук.

Е.В. Ланина., научный сотрудник лаборатории технология перспективных материалов ПАО «Сатурн», канд. хим. наук.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Цель дисциплины: формирование у студентов теоретических знаний и навыков исследования в области электромембранных и гибридных технологий синтеза, очистки и разделения.

1.2. Задачи дисциплины: освоение теоретических основ и практического применения электромембранных и гибридных технологий синтеза, очистки и разделения.

1.3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электромембранные и гибридные технологии синтеза, очистки и разделения» относится к Дисциплинам (модулям) по выбору 2 (ДВ.2) Части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачёт.

Изучению дисциплины «Электромембранные и гибридные технологии синтеза, очистки и разделения» предшествует изучение дисциплин «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений», «Структура и физико-химические свойства ионообменных и сорбционных материалов», «Явления на межфазных границах».

Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Мембранные технологии в решении экологических проблем», «Внедрение и коммерциализация электрохимических процессов и технологий».

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 современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи.
	Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.
	Владеет экспериментальными и расчетно-теоретическими методами решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.
ИПК-1.2. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии.	Знает современное физико-химическое оборудование, используемое для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в области электромембранных и гибридных технологий синтеза, очистки и разделения.
	Умеет использовать современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии.
	Владеет навыками использования современного физико-химического оборудования для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии.
ПК-3. Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практиче-	

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ского 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 современные методы информационного поиска по тематике исследования в выбранной области химии.
	Умеет анализировать и обобщать результаты информационного поиска по тематике исследования в области электромембранных и гибридных технологий синтеза, очистки и разделения.
	Владеет навыками анализа и обобщения результатов информационного поиска по тематике исследования в области электромембранных и гибридных технологий синтеза, очистки и разделения.
ИПК-3.2. Оценивает перспективы практического применения результатов НИР и НИОКР и продолжения работ в электрохимии или смежных науках.	Знает теоретические и практические основы электромембранных и гибридных технологий синтеза, очистки и разделения.
	Умеет оценивать перспективы практического применения результатов НИР и НИОКР и продолжения работ в электрохимии или смежных науках.
	Владеет навыками оценивания перспективы практического применения результатов НИР и НИОКР и продолжения работ в электрохимии или смежных науках.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		10	
Контактная работа, в том числе	64,2	64,2	
Аудиторные занятия (всего)	144	144	
Занятия лекционного типа	16	16	
Лабораторные занятия	48	48	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКТ)	0,2	0,2	
Самостоятельная работа, в том числе	79,8	79,8	
Курсовая работа			
Проработка учебного (теоретического) материала	60	60	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)			
Реферат			

Подготовка к текущему контролю		18,8	18,8	
Контроль:				
Подготовка к экзамену				
Общая трудоемкость	час.	144	144	
	в том числе контакт-ная работа	72,2	72,2	
	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.	Введение	10	2	0	0	8
2.	Электродиализ	48	6	0	18	24
3.	Предочистка, предобработка растворов перед электродиализом	36	2	0	18	16
4.	Обратный осмос	20	2	0	6	12
5.	Электрохимическая регенерация ионообменников	20	2	0	6	12
6.	Области применения	9,8	2	0	0	7,8
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	143,8	16	0	48	79,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	0				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	0				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	История развития электромембранных и гибридных технологий синтеза, очистки и разделения. Роль российских и советских ученых в развитии электромембранных и гибридных технологий. Основные понятия: электромембранная технология, гибридная технология, электромембранный синтез вещества, электромембранная очистка раствора, электромембранное разделение раствора на компоненты.	КР, ЛР
2.	Электродиализ	Электродиализ с катионообменными и анионообменными мембранами. Получение опресненной и деионизованной воды методом электродиализа. Концентрирование электролитов электродиализом с катионообменными и анионообменными мембранами. Влияние бароэлектродиффузии на процесс кон-	КР, ЛР

		центрирования электролитов электродиализом. Электродиализ с применением биполярных мембран. Применение биполярных мембран для получения кислот и щелочей, коррекции pH растворов, синтеза соединений, газоочистки и разделения газов. Технология получения ультрачистой воды методом непрерывной электродеионизации.	
3.	Предочистка, предобработка растворов перед электродиализом	Фильтрационные, микрофильтрационные и ультрафильтрационные методы, применяемые для предварительной обработки растворов перед электродиализом. Ионообменные методы, применяемые на стадии предочистки растворов перед электродиализом. Методы осаждения.	КР, ЛР
4.	Обратный осмос	Применение обратного осмоса в сочетании с электродиализными методами очистки растворов.	КР, ЛР
5.	Электрохимическая регенерация ионообменников	Процессы извлечения и концентрирования тяжелых металлов из технологических растворов с применением электрохимической регенерации ионообменников.	КР, ЛР
6.	Области применения	Области применения электромембранных и гибридных технологий синтеза, очистки и разделения.	КР, ЛР

Примечание: КР – контрольная работа, ЛР – лабораторная работа

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены учебным планом.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	Исследование процесса обессоливания раствора электродиализом с катионообменными и анионообменными мембранами.	ЛР
2.	Исследование процесса концентрирования электролитов методом электродиализа.	ЛР
3.	Исследование электродиализа с биполярными мембранами для получения кислот и щелочей.	ЛР
4.	Исследование процесса коррекции pH воды электродиализом с биполярными мембранами.	ЛР
5.	Исследование микрофильтрационной предочистки технологического раствора от дисперсных частиц перед электродиализом.	ЛР
6.	Исследование умягчения воды перед электродиализом ионообменным методом.	ЛР
7.	Исследование метода осаждения для предварительной обработки растворов перед электродиализом.	ЛР
8.	Исследование процесса обессоливания воды обратным осмосом.	ЛР
9.	Исследование процесса извлечения и концентрирования тяже-	ЛР

	лых металлов из технологических растворов с применением электрохимической регенерации ионообменников.	
--	---	--

Примечание: ЛР – лабораторная работа

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Первов, Алексей Германович. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация / А. Г. Первов. - М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. - 231 с. : ил. - (Библиотека научных разработок и проектов МГСУ). - Библиогр. : с. 224-227. - ISBN 9785930936919 : 290.00. - Текст : непосредственный. 2. 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 выполнению лабораторных работ	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.

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. Часть лекционных занятий проводится в форме проблемных лекций. В рамках лабораторных и практических занятий применяются методы проектного обучения,

исследовательские методы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты углубляют и расширяют теоретические знания, решают расчётные задачи, также задания, не требующие расчётов, но для выполнения которых необходимо глубокое знание соответствующего теоретического раздела.

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
10	ЛР	Беседы Разбор ситуаций Работа в малых группах	6 8 6
<i>Итого:</i>			20

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

по дисциплине “Электромембранные и гибридные технологии синтеза, очистки и разделения”
Направление подготовки 04.04.01 Химия,
Направленность (профиль) Электрохимия

Разделы рабочей программы «Введение», «Электродиализ»

Вариант 1

1. Приведите пример гибридной технологии, одной из стадий которой является стадия электродиализной обработки. Почему в большинстве случаев приходится применять именно гибридные технологии?
2. Поясните принцип, лежащий в основе электродиализа с катионообменными и анионообменными мембранами. Во всех ли случаях применима элементарная ячейка, применяемая в традиционных простейших электродиализных аппаратах?
3. Приведите пример элементарной ячейки мембранного пакета электродиализного аппарата с биполярными мембранами для получения хорошо растворимых в воде сильнодиссоциирующих кислот и щелочей из солей. Почему такая же элементарная ячейка не позволяет получать с низкими энергозатратами малодиссоциирующие органические кислоты?
4. Какие требования предъявляются к воде, из которой получают методом непрерывной электродеионизации ультрачистую воду? Чем этот метод отличается от деионизации воды в электродиализных аппаратах со смешанным слоем ионообменников?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

по дисциплине “Электромембранные и гибридные технологии синтеза, очистки и разделения”
Направление подготовки 04.04.01 Химия,
Направленность (профиль) Электрохимия

Раздел рабочей программы «Предочистка, предобработка растворов

Вариант 1

1. В чем причины введения стадии предподготовки раствора перед их обработкой в электродиализных аппаратах?
2. Какие методы используются для удаления дисперсных примесей из растворов, поступающих на электродиализ с биполярными мембранами?
3. В каких случаях требуется применять ионообменный метод обработки растворов, которые в дальнейшем поступают в электродиализные аппараты?
4. Почему в некоторых случаях приходится применять методы осаждения дисперсных частиц из растворов, которые далее обрабатываются методом электродиализа?

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Поясните, какие технологии называют электромембранными, гибридными. Чем отличаются процессы синтеза веществ от процессов разделения?
2. Поясните процессы, происходящие в элементарной ячейке электродиализного аппарата с катионообменными и анионообменными мембранами при протекании электрического тока.
3. Чем отличаются электродиализные методы получения опресненной и деионизованной воды?
4. Укажите особенности метода концентрирования электролитов электродиализом.
5. Поясните процессы, происходящие в элементарной ячейке электродиализного аппарата с биполярными, катионообменными и анионообменными мембранами при протекании электрического тока.
6. Поясните, как можно с помощью электродиализа с биполярными мембранами получать кислоты и щелочи, проводить коррекцию pH растворов, синтез соединений, газоочистку и разделение газов.
7. Поясните процессы, происходящие в элементарной ячейке электродиализного аппарата для непрерывной электродеионизации.
8. Какое применение находят фильтрационные, микрофильтрационные и ультрафильтрационные методы в гибридных технологиях?
9. В каких случаях при проектировании гибридных мембранных технологий необходимо использовать методы осаждения?
10. В чем преимущество ионообменных методов перед остальными в процессах предварительной обработки растворов? Укажите их недостатки ионообменных методов.
11. Какие электрохимические и электромембранные методы применяются на стадии предочистки растворов перед электродиализом?
12. В каких случаях возникает необходимость в применении методов обеззараживания в электромембранных и гибридных технологиях?
13. В каких случаях целесообразно применять обратный осмос в сочетании с электродиализными методами очистки растворов?
14. Где находит применение электрохимическая регенерация ионообменников?
15. Укажите основные области применения электромембранных и гибридных технологий синтеза, очистки и разделения.

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.

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

5.1 Основная литература:

1. Первов, Алексей Германович. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нано-фильтрация, ультрафильтрация / А. Г. Первов. - М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. - 231 с. : ил. - (Библиотека научных разработок и проектов МГСУ). - Библиогр. : с. 224-227. - ISBN 9785930936919 : 290.00. - Текст : непосредственный.

5.2 Дополнительная литература:

1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починков, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

5.3. Периодические издания:

1. Журнал "Электрохимия".
2. Журнал "Физическая химия".

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

1. eLIBRARY - Научная электронная библиотека (Москва) <http://www.elibrary.ru/>
2. Электронная коллекция научной и технической полнотекстовой и библиографической информации ScienseDirect – <http://www.sciencedirect.com>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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. Попробуйте 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. Получите все необходимое методическое обеспечение. 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, справочными или литературными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

Методические рекомендации преподавателям по методике проведения основных видов учебных занятий

Лекции

Методика чтения лекций

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

- изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;

- развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

Содержание лекций

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Необходимо, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

Лабораторные занятия

Методика проведения лабораторных занятий

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. MS Office (Word, Excel, PowerPoint)
2. Программное обеспечение к виртуальным измерительным приборам.
3. Программное обеспечение для слабовидящих.

8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. eLIBRARY - Научная электронная библиотека (Москва) – <http://elibrary.ru/>
2. ScienceDirect – <http://www.sciencedirect.com>

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория – ауд. 332, корп. С (улица Ставропольская, 149). Комплект учебной мебели, меловая доска, переносное мультимедийное оборудование.
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лаборатор-

	тия	ного типа ауд. 330, корп. С (улица Ставропольская, 149), укомплектованная специализированной мебелью и комплектами лабораторных работ, включающими: - импедансметр Z-1000P, - потенциостат-гальваностат-импедансметр Autolab 100N, - автоматический титратор Titroline 6000, - pH-метр-иономер Эксперт-001, - вольтметр универсальный В7-78-1, - кондуктометр Эксперт-002 -2 шт., - измеритель иммитанса Е7-21, - термостат жидкостный LOIP FT-211-25, - источник постоянного тока стабилизированный MPS-6005L-1, - источник постоянного тока стабилизированный Б5-50 -2 шт., - насос перистальтический LOIP LS-301 -6 шт., - ячейки электрохимические, - ячейки кондуктометрические - 2 шт., - персональные компьютеры -5 шт.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для размещения 12 студентов с доской, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для размещения 12 студентов с доской, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
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.