

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.



_____ мая _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.04 ХИМИЯ ВОДЫ И ВОДОПОДГОТОВКА

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Физическая химия

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Химия воды и водоподготовка» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, утвержденным приказом Минобрнауки России от 17.07.2017 № 671 по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата) и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль Физическая химия.

Рабочую программу составила:
профессор кафедры физической химии,
д-р хим. наук Кононенко Н.А.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 10 от «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой физической химии
д-р хим. наук, профессор Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «25» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Эксперты:

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

Коншина Д.Н., канд. хим. наук, доцент кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

состоит в формировании у слушателей знаний по химии воды и навыкам применения методов водоподготовки в химической промышленности для эффективного использования в различных технологических процессах.

1.2 Задачи дисциплины.

- сформировать знания о физико-химических свойствах воды и требованиях к ее качеству для различных целей;
- сформировать знания о химических и физических процессах, лежащих в основе различных методов водоподготовки
- сформировать представления об аппаратурном оформлении различных методов водоподготовки;
- процессах и аппаратах очистки воды в химической промышленности для эффективного использования в различных технологических процессах
- сформировать представления по использованию различных схем водоподготовки на предприятиях химической промышленности;
- сформировать у студентов навыки самостоятельной аналитической и научно-исследовательской работы.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.02 «Химия воды и водоподготовка» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Изучению дисциплины «Химия воды и водоподготовка» должно предшествовать изучение таких дисциплин как «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физика», «Математика». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь первичные навыки работы с химической посудой и реактивами.

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 общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных(ПК) компетенций:

№ п. п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	- физико-химические свойства воды; - классификацию и состав природных вод; - основные методы водоподготовки	Оценить качество воды на основе данных о ее составе и/или физико-химических характеристиках	- Навыками оценки пригодности воды для конкретных производственных нужд - Навыками выбора метода водоподготовк и для конкретных производственных задач
2.	ПК-1	Способность выполнять стандартные операции	правила работы в химической лаборатории	определить концентрацию макрокомпонент ов в воде по	методиками определения основных

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		по предлагаемым методикам		предлагаемым методикам	показателей качества воды;
3.	ПК-2	Владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	требования к качеству воды	пользоваться химическим оборудованием и методами исследования физико-химических свойств воды;	методами умягчения и очистки воды
4.	ПК-5	Способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий	Методы статистической обработки экспериментальных данных	проводить статистическую обработку экспериментальных данных	критериями оценки адекватности полученных результатов

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			4	5
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		110	56	54
Занятия лекционного типа		36	18	18
Лабораторные занятия		74	38	36
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		29,8	13,8	16
Подготовка отчета по лабораторным работам		13,8	5,8	8
Подготовка к текущему контролю		16	8	8
Контроль:				
Подготовка к экзамену		35,7	-	35,7
Общая трудоемкость	час.	180	72	108
	в том числе контактная работа	114,5	58,2	56,3
	зач. ед	5	2	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
	Физико-химические свойства воды	16	4	-	8	4
	Природная вода	24	4	-	16	4
	Критерии качества воды	29,5	10	-	14	5,5
	<i>Итого по дисциплине:</i>	69,5	18	-	38	13,5

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

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Процессы и аппараты водоподготовки	26	8	-	12	6
2.	Умягчение воды	24	4	-	16	4
3.	Опреснение и обессоливание воды	20	6	-	8	6
	<i>Итого по дисциплине:</i>	70	18	-	36	16

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Физико-химические свойства воды	Строение молекулы воды и физические свойства. Структура конденсированных фаз.	Устный опрос
2.		Химические свойства воды: окислительно-восстановительные, кислотнo-основные, реакции гидратации и гидролиза.	
3.		Классификация природных вод по целевому назначению, степени минерализации, химическому составу, фазово-дисперсному состоянию примесей.	
4.	Критерии качества воды	Физические показатели качества воды: температура, мутность, цветность, вкус, запах.	Устный опрос
5.		Химические показатели качества воды: рН, кислотность, щелочность.	
6.		Комплексные показатели качества воды: окисляемость и электропроводность.	
7.		Углекислотное равновесие.	
8.		Жесткость воды.	

9.		Проблемы водоподготовки в современных условиях. Основные водопотребители. Требования к качеству воды в различных отраслях народного хозяйства.	
10.	Процессы и аппараты водоподготовки	Методы очистки воды. Безреагентные методы осветления и обесцвечивания: отстаивание, микрофильтрация, центрифугирование.	Контрольная работа
11.		Реагентные методы осветления и обесцвечивания: коагуляция, электрокоагуляция, флотация, контактная коагуляция.	
12.		Химические способы обеззараживания воды: хлорирование, озонирование, серебрение, бромирование, иодирование.	
13.		Физические способы обеззараживания воды: УФ-облучение, ультразвук, термическое обеззараживание, магнитная обработка.	
14.	Умягчение воды	Методы умягчения воды: термические, реагентные, ионообменные, электрохимические.	Коллоквиум
15.		Равновесия в процессах осаждения солей жесткости. Эффективность умягчения воды при использовании различных реагентов.	
16.	Опреснение и обессоливание воды	Методы опреснения и обессоливания воды с изменением агрегатного состояния: дистилляция, вымораживание.	
17.		Методы опреснения и обессоливания воды без изменения агрегатного состояния: экстракция, ионный обмен.	
18.		Мембранные методы водоподготовки: ультрафильтрация, обратный осмос, электродиализ.	

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены учебным планом.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Буферная кривая природной воды.	защита лабораторной работы
2.	Определение щелочности природных и сточных вод	защита лабораторной работы
3.	Определение жесткости природных и сточных вод	защита лабораторной работы
4.	Определение окисляемости природных и сточных вод	защита лабораторной работы
5.	Определение суммарного углерода	защита лабораторной работы

6.	Определение общего солесодержания природных и сточных вод	защита лабораторной работы
7.	Электрокоагуляционная очистка воды	защита лабораторной работы
8.	Предподготовка воды с помощью электрохимического умягчителя	защита лабораторной работы
9.	Умягчение воды методом ионного обмена со смешанным слоем ионита	защита лабораторной работы
10.	Умягчение природной воды методом кипячения	защита лабораторной работы
11.	Умягчение воды путем обработки щелочью. Известково-содовое умягчение природной воды	защита лабораторной работы
12.	H ⁺ -катионирование для умягчения природной воды.	защита лабораторной работы
13.	Деминерализация воды методом электродиализа	защита лабораторной работы
14.	Деминерализация воды методом обратного осмоса	защита лабораторной работы

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

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

№	Наименование 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 текущему контролю	<p>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.</p> <p>2. Шачнева Е.Ю. Водоподготовка и химия воды. М.: Лань 2017 http://www.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=32&pl1_id=1656</p> <p>3. Мембранная электрохимия: учебное пособие для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня бакалавриат и магистратура по направлениям подготовки 04.03.01 и 04.04.01 / [Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - [2-е изд., испр. и доп.]. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2017. - 290 с.</p> <p>4. Алексеев Л.С. Контроль качества воды: учебник для студентов средних спец. учебных заведений. М.: ИНФРА-М. 2010.</p>

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.

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 общепрофессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов, в том числе проведение проблемных лекций. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации. В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы. Технологии интерактивного обучения осуществляется путем решения практических и

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
	<i>ЛР</i>	1. Выполнение лабораторных работ в малых группах студентов	36
	<i>Л</i>	2. Проблемная лекция	4
<i>Итого:</i>			40

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Вопросы к устному опросу по темам «Физико-химические свойства воды» и «Природная вода»

1. Строение молекулы воды и физические свойства. Круговорот воды в природе.
2. Водопотребители и водопользователи.
3. Источники загрязнения воды.
4. Классификация примесей в водных объектах.
5. Классификация природных вод по целевому назначению, степени минерализации, химическому составу, фазово-дисперсному состоянию примесей.

Вопросы к устному опросу по теме "Критерии качества воды"

1. Единичные, косвенные и комплексные показатели качества воды.
2. Физические показатели качества воды: температура, мутность, цветность, вкус, запах. Методы определения. Единицы измерения.
3. Химические показатели качества воды: рН, кислотность, щелочность, окисляемость и др. Методы определения.
4. Углекислотное равновесие.
5. Требования к качеству воды в различных отраслях народного хозяйства.

Пример варианта контрольной работы по теме «Процессы и аппараты водоподготовки»

1. Какой реагентный метод умягчения воды бикарбонатного класса будет наиболее эффективным? Запишите уравнения химических реакций.
2. Опишите преимущества и недостатки обеззараживания воды хлорированием.
3. Какие типы мембранных модулей вы знаете?
4. Каковы преимущества и недостатки рулонных и трубчатых мембранных модулей?
5. Какие требования предъявляются к обратноосмотическим мембранам?
6. Какой объем воды с исходной жесткостью 3 ммоль/л можно умягчить с помощью ионообменной колонки диаметром 40 см и высотой 3 м, заполненной катионитом в Na^+ -форме. Плотность смолы 1,2 г/см³, обменная емкость 3 ммоль/г. Запишите уравнение протекающей при этом химической реакции.
7. Какие способы обеззараживания воды используются в ФОК «АкваКуб»?

Вопросы к коллоквиуму по темам «Умягчение воды» и «Опреснение и обессоливание воды»

1. Методы умягчения воды.
2. Эффективность умягчения воды при использовании различных реагентов.
3. Принцип работы осветлителя.
4. Ионный обмен в водоподготовке
5. Na^+ и H^+ катионитовое умягчение воды, контролируемые параметры.
6. Технологические схемы очистки воды в ионитных фильтрах.
7. Регенерация ионообменных колонок.
8. Умягчение воды методом мембранного электролиза.
9. Методы обеззараживания воды.
10. Химические способы обеззараживания воды.
11. Электрохимический способ.
12. Классификация методов опреснения и обессоливания воды.
13. Методы опреснения и обессоливания воды с изменением агрегатного состояния.
14. Методы опреснения и обессоливания воды без изменения агрегатного состояния.
15. Электрохимические методы опреснения и обессоливания воды.
16. Мембранные методы водоподготовки (ультрафильтрация, обратный осмос, электродиализ).
17. Мембраны для обратного осмоса и ультрафильтрации. Классификация полупроницаемых мембран.
18. Способы получения мембран с анизотропной структурой.
19. Электродиализ. Общие конструктивные элементы.
20. Типы мембранных модулей.
21. Электромембранные технологии подготовки воды для медицины, пищевой и электронной промышленности.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к зачету по дисциплине

1. Строение молекулы воды и физические свойства. Круговорот воды в природе.
2. Водопотребители и водопользователи.
3. Источники загрязнения воды: вещества, микроорганизмы, тепло.
4. Классификация примесей в водных объектах.
5. Классификация природных вод по целевому назначению, степени минерализации, химическому составу, фазово-дисперсному состоянию примесей.
6. Единичные, косвенные и комплексные показатели качества воды.
7. Физические показатели качества воды: температура, мутность, цветность, вкус, запах. Методы определения. Единицы измерения.

8. Химические показатели качества воды: рН, кислотность, щелочность, окисляемость и др. Методы определения.
9. Углекислотное равновесие.
10. Требования к качеству воды в различных отраслях народного хозяйства.

Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Строение молекулы воды и физические свойства. Круговорот воды в природе.
2. Водопотребители и водопользователи.
3. Источники загрязнения воды: вещества, микроорганизмы, тепло.
4. Классификация примесей в водных объектах.
5. Классификация природных вод по целевому назначению, степени минерализации, химическому составу, фазово-дисперсному состоянию примесей.
6. Единичные, косвенные и комплексные показатели качества воды.
7. Физические показатели качества воды: температура, мутность, цветность, вкус, запах. Методы определения. Единицы измерения.
8. Химические показатели качества воды: рН, кислотность, щелочность, окисляемость и др. Методы определения.
9. Углекислотное равновесие.
10. Требования к качеству воды в различных отраслях народного хозяйства.
11. Методы очистки воды от примесей дисперсных частиц.
12. Безреагентные методы осветления и обесцвечивания.
13. Классификация фильтров. Фильтрующие материалы.
14. Реагентные методы осветления и обесцвечивания.
15. Физико-химические основы коагуляции коллоидных примесей воды.
16. Сущность флотационного метода очистки воды.
17. Методы умягчения воды.
18. Равновесия в процессах осаждения солей жесткости.
19. Эффективность умягчения воды при использовании различных реагентов.
20. Принцип работы осветлителя.
21. Ионный обмен в водоподготовке
22. Na^+ и H^+ катионитовое умягчение воды, контролируемые параметры.
23. Технологические схемы очистки воды в ионитных фильтрах.
24. Регенерация ионообменных колонок.
25. Умягчение воды методом мембранного электролиза.
26. Методы обеззараживания воды.
27. Химические способы обеззараживания воды.
28. Электрохимический способ.
29. Физические способы обеззараживания воды.
30. Механизм действия, аппаратное оформление и экономическая целесообразность физических способов обеззараживания воды.
31. Преимущества и недостатки физических способов обеззараживания воды.
32. Комплексные методы обеззараживания воды.
33. Фильтрующие элементы для стерилизации воды.
34. Методы устранения запахов и привкусов воды. Конструкции аэраторов.
35. Классификация методов опреснения и обессоливания воды.
36. Методы опреснения и обессоливания воды с изменением агрегатного состояния.
37. Методы опреснения и обессоливания воды без изменения агрегатного состояния.
38. Электрохимические методы опреснения и обессоливания воды.
39. Мембранные методы водоподготовки (ультрафильтрация, обратный осмос, электродиализ).
40. Мембраны для обратного осмоса и ультрафильтрации. Классификация полупроницаемых мембран.

41. Способы получения мембран с анизотропной структурой.
42. Электродиализ. Общие конструктивные элементы.
43. Типы мембранных модулей.
44. Электромембранные технологии подготовки воды для медицины, пищевой и электронной промышленности.
45. Система водоподготовки в ФОК «АкваКУБ».

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 (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Шачнева, Е.Ю. Водоподготовка и химия воды [Электронный ресурс] / Е. Ю. Шачнева. - 1-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 104 с. - <https://e.lanbook.com/book/90050>.
2. Мембранная электрохимия: учебное пособие для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования уровня бакалавриат и магистратура по направлениям подготовки 04.03.01 и 04.04.01 / [Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза и др.] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - [2-е изд., испр. и доп.]. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2017. - 290 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Алексеев Л.С. Контроль качества воды: учебник для студентов средних спец. учебных заведений. М.: ИНФРА-М. 2010.

5.3. Периодические издания:

Журнал «Мембраны и мембранные технологии»

Журнал «Водные ресурсы»

Журнал «Энергосбережение и водоподготовка»

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

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

Лекции 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/экзамену.

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. 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.

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие элементы:

1. тему, цель, приборы и материалы;
2. основные расчетные формулы, порядок выполнения работы;
3. экспериментальные данные, внесенные в таблицы;
4. результаты расчетов с детализацией;
5. графики с уравнениями линейной регрессии, полученными методом наименьших квадратов (если таковые требуются);
6. расчет погрешности измерения на основании серии экспериментов;
7. вывод по результатам полученных данных с обоснованием выбора методики определения, оценкой адекватности полученных результатов с учетом физико-химического смысла измеряемой величины, природы протекающих процессов и справочных данных (если таковые имеются).

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.

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

8.1 Перечень информационных технологий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Access)

8.3 Перечень информационных справочных систем:

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

Информационная система КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru>

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, укомплектованная учебной мебелью, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), (ауд. 435С)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, лабораторной посудой и оборудованием: потенциостат AUTOLAB PGSTAT302 – 1 шт, генератор водорода лабораторный – 1 шт, ванна ультразвуковая лабораторная – 1 шт, ячейка для испытания мембранно-электродных блоков – 1 шт, весы лабораторные – 1 шт, весы аналитические – 2 шт, термостат воздушный – 1 шт, иономер-рН-метр – 3 шт, измеритель иммитанса Е7-21 – 4 шт, источник тока импульсный Б5-50 – 3 шт, кондуктометр – 1 шт, измеритель импеданса Tesla BM 507 – 1 шт, насос многоканальный перистальтический Heidolph Pumpdrive 5001 – 3 шт, насос перистальтический одноканальный – 2 шт, мультиметры универсальные настольные – 5 шт, вакуумный насос лабораторный – 1 шт, шейкер лабораторный – 2шт; ПК-3 шт.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория, укомплектованная учебной мебелью (332С, 334С, 126С, 425С, 422С)

4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория, укомплектованная учебной мебелью (332С, 334С, 126С, 425С, 422С)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, укомплектованный учебной мебелью, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. ауд. 400, 401, 329, корп. С (улица Ставропольская, 149)
6.	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.