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

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

_____ Т.А. Хагуров
подпись

«02» июня 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.04 ХИМИЯ ВОДЫ И ВОДОПОДГОТОВКА

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 Химия
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация: физическая химия
(наименование направленности (профиля)специализации)

Форма обучения: очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация: бакалавр

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины «Химия воды и водоподготовка» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Рабочую программу составила:

С.А. Шкирская, профессор кафедры физической химии, д-р хим. наук _____

Рабочая программа дисциплины «Химия воды и водоподготовка» утверждена на заседании кафедры физической химии
протокол № 12 «27» апреля 2026 г.
Заведующая кафедрой физической химии Фалина И.В._____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 7 «29» апреля 2026 г.
Председатель УМК факультета Беспалов А.В. _____

Рецензенты:

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

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

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Химия воды и водоподготовка» состоит в формировании у студентов знаний по химии воды и навыкам применения методов водоподготовки в химической промышленности для эффективного использования в различных технологических процессах.

1.2 Задачи дисциплины

В задачи учебной дисциплины «Химия воды и водоподготовка» входит:

- сформировать знания о химических и физических процессах, лежащих в основе различных методов водоподготовки
- сформировать представления об аппаратурном оформлении различных методов водоподготовки, о процессах и аппаратах очистки воды в химической промышленности;
- 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 «Химия воды и водоподготовка» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

Изучению дисциплины «Химия воды и водоподготовка» предшествует изучение таких дисциплин как «Неорганическая химия», «Физика», «Аналитическая химия», «Физическая химия ионполимеров». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Процессы и аппараты в мембранной технологии».

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-2. Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	
ИПК-2.1. Осуществляет исследование химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования.	Знает физико-химические свойства воды, классификацию и состав природных вод; процессы и аппараты водоподготовки.
	Умеет пользоваться химическим оборудованием для определения качества воды.
	Владеет основными понятиями и терминологией в области водоподготовки.
ИПК-2.2. Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры	Знает методы анализа качества воды.
	Умеет обработать результаты анализа качества воды, полученные с использованием современной химической аппаратуры.
	Владеет навыками статистической обработки полученных экспериментальных данных.

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 6 зачетных единиц (216 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			5	6
Контактная работа, в том числе:		**140,5**	**88,2**	**52,3**
Аудиторные занятия (всего):		**136**	**86**	**50**
занятия лекционного типа		50	34	16
лабораторные занятия		86	52	34
практические занятия				
семинарские 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:		**129,8**	**19,8**	**20**
Оформление лабораторных работ		45	9	10
Самостоятельное изучение теоретического материала		40,8	5,8	5
Подготовка к текущему контролю		44	5	5
Контроль:				**35,7**
Подготовка к экзамену		35,7	-	35,7
Общая трудоемкость	**час.**	**216**	**108**	**108**
	в том числе контактная работа	**140,5**	**88,2**	**52,3**
	зач. ед	**6**	**3**	**3**

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в **5 семестре** (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Физико-химические свойства воды.	24,8	8	-	12	4,8
2.	Природная вода	27	10	-	12	5
3.	Критерии качества воды	31	10	-	16	5
4.	Умягчение воды	23	6		12	5
	ИТОГО по разделам дисциплины	105,8	34	-	52	19,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	-				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в **6 семестре** (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Опреснение и обессоливание воды	26	6	-	14	6
2.	Процессы и аппараты водоподготовки	22	4	-	10	8
3.	Баромембранные процессы и концентрационная поляризация	22	6	-	10	6
	ИТОГО по разделам дисциплины	70	16	-	34	20
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

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.	Физико-химические свойства воды	Строение молекулы воды и физические свойства. Структура конденсированных фаз	устный опрос
2.	Физико-химические свойства воды	Химические свойства воды: окислительно-восстановительные, кислотно-основные, реакции гидратации и гидролиза.	устный опрос
3.	Природная вода	Классификация природных вод по целевому назначению, степени минерализации, химическому составу.	устный опрос
4.	Природная вода	Классификация природных вод по фазово-дисперсному состоянию примесей	устный опрос, ЛР1
5.	Природная вода	Макро- и микрокомпоненты природных вод.	устный опрос, ЛР2
6.	Критерии качества воды	Физические показатели качества воды: температура, мутность, цветность, вкус, запах. Химические показатели качества воды: pH, кислотность, щелочность.	устный опрос, ЛР3, ЛР4
7.	Критерии качества воды	Комплексные показатели качества воды: окисляемость и электропроводность. Жесткость воды. Углекислотное равновесие.	ЛР3, ЛР4
8.	Критерии качества воды	Проблемы водоподготовки в современных условиях. Основные водопотребители. Требования к качеству воды в различных отраслях народного хозяйства.	ЛР5, ЛР6, Тест № 1
9.	Процессы и аппараты водоподготовки	Безреагентные методы осветления и обесцвечивания: отстаивание, микрофильтрование, центрифугирование. Реагентные методы осветления и обесцвечивания: коагуляция, электрокоагуляция, флотация, контактная коагуляция.	ЛР7
10.	Процессы и аппараты водоподготовки	Химические способы обеззараживания воды: хлорирование, озонирование, серебрение, бромирование, иодирование.	ЛР8
11.	Процессы и аппараты водоподготовки	Физические способы обеззараживания воды: УФ-облучение, ультразвук, термическое обеззараживание, магнитная обработка.	Тест № 2
12.	Умягчение воды	Методы умягчения воды: термические, реагентные, ионообменные, электрохимические.	ЛР9, ЛР10
13.	Умягчение воды	Равновесия в процессах осаждения солей жесткости. Эффективность умягчения воды при использовании различных реагентов.	ЛР11, ЛР12, Тест № 3

14.	Опреснение и обессоливание воды	Методы опреснения и обессоливания воды с изменением агрегатного состояния: дистилляция, вымораживание.	коллоквиум
15.	Опреснение и обессоливание воды	Методы опреснения и обессоливания воды без изменения агрегатного состояния: экстракция, ионный обмен.	ЛР12, ЛР14
16.	Процессы и аппараты водоподготовки	Мембранные методы водоподготовки: электродиализ, электродеионизация, мембранный электролиз	ЛР8, ЛР13
17.	Баромембранные процессы и концентрационная поляризация	Баромембранные методы водоподготовки: микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос.	КР1

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

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Природная вода	Буферная кривая природной воды.	ЛР1
2.	Природная вода	Определение суммарного углерода в природной воде.	ЛР2
3.	Критерии качества воды	Определение щелочности природных и сточных вод.	ЛР3
4.	Критерии качества воды	Определение жесткости природных и сточных вод	ЛР4
5.	Критерии качества воды	Определение окисляемости природных и сточных вод.	ЛР5
6.	Критерии качества воды	Определение общего солесодержания природных и сточных вод. Тест №1.	ЛР6
7.	Процессы и аппараты водоподготовки	Электрокоагуляционная очистка воды.	ЛР7
8.	Процессы и аппараты водоподготовки	Предподготовка воды методом мембранного электролиза. Тест №2.	ЛР8
9.	Умягчение воды	Умягчение природной воды методом кипячения	ЛР9
10.	Умягчение воды	Умягчение воды путем обработки щелочью. Известково-содовое умягчение природной воды	ЛР10
11.	Умягчение воды	Н+-катионирование для умягчения природной воды. Тест №3.	ЛР11
12.	Опреснение и обессоливание воды	Обессоливание воды методом ионного обмена со смешанным слоем ионита.	ЛР12
13.	Опреснение и обессоливание воды	Деминерализация воды методом электродиализа	ЛР13
14.	Баромембранные процессы и концентрационная поляризация.	Деминерализация воды методом обратного осмоса.	ЛР14

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. 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.
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	1. Шачнева Е.Ю. Водоподготовка и химия воды. М.: Лань 2017 http://www.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=32&pl1_id=1656 2. Алексеев Л.С. Контроль качества воды: учебник для студентов средних спец. учебных заведений. М.: ИНФРА-М. 2010
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 «Химия воды и водоподготовка».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме вопросов для устного опроса, тестовых работ, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету и экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-2.1. Осуществляет исследование химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования.	Знает физико-химические свойства воды, классификацию и состав природных вод; процессы и аппараты водоподготовки	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-3, 8, 14, 23
		умеет пользоваться химическим оборудованием для определения качества воды	Лабораторная работа	-
		владеет основными понятиями и терминологией в области водоподготовки	Лабораторная работа Тест	Вопрос на экзамене 2, 7
2	ИПК-2.2. Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры	знает методы анализа качества воды.	Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 4-6
		умеет обработать результаты анализа качества воды, полученные с использованием современной химической аппаратуры	Лабораторная работа Тест; Коллоквиум	_
		владеет навыками статистической обработки полученных экспериментальных данных	Лабораторная работа Контрольная работа	_

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 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: pH, кислотность, щелочность, окисляемость и др. Методы определения.
4. Углекислотное равновесие.
5. Требования к качеству воды в различных отраслях народного хозяйства.

Тест № 1 по теме «Критерии качества воды

1. К какому классу природных вод относится вода, если общее солесодержание составляет 1,8 г/л?

пресная
солоноватая
соленая

2. В каких единицах выражается мутность воды:

градусах
баллах
мг-эквивалентах

3. В каких единицах выражается запах воды:

градусах
баллах
мг-эквивалентах

4. Щелочность воды определяется наличием:

неорганических кислот
солей органических кислот
соединений кремния

5. Окисляемость воды характеризует наличие в воде примесей:

взвешенных частиц
органических соединений
солей

Тест № 2 по теме «Процессы и аппараты водоподготовки»

1. Ковши и отстойники используются для:

осветления воды
обеззараживания воды
удаления запаха из воды

2. Чем отличаются методы электрокоагуляции и коагуляции при очистке воды:

механизмом удаления примесей
способом получения коагулянта
природой коагулянта

3. Центрифуги и циклоны используются для:

обеззараживания воды
удаления запаха из воды
осветления воды

4. Какой из перечисленных ниже способов обеззараживания воды обладает последействием?

хлорирование
озонирование
УФ облучение

5. Какой из перечисленных ниже способов обеззараживания воды требует наибольших капитальных затрат?

хлорирование
озонирование
УФ облучение

Тест № 3 по теме «Умягчение воды»

1. Отметьте ионы, придающие жесткость природной воде:

Fe^{3+} Ca^{2+} Mg^{2+} Ba^{2+} Cl^{-} SO_4^{2-} NO_3^{-}

2. Щелочное умягчение воды происходит в результате выпадения в осадок соли:

карбоната кальция
карбоната магния
гидроксида магния

3. К каким методам относится ионообменное умягчение воды:
термическим
реагентным
безреагентным
4. Какая жесткость удаляется при содовом умягчении воды:
временная
постоянная
5. Какая жесткость удаляется при термическом умягчении воды:
временная
постоянная

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. Типы мембранных модулей.
20. Подготовка воды для медицины, пищевой и электронной промышленности.

Контрольная работа № 1 по темам «Умягчение воды» и «Опреснение и обессоливание воды»

Вариант 1

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»?

Вариант 2

1. Какой реагентный метод умягчения воды сульфатного класса будет наиболее эффективным? Запишите уравнения химических реакций.

2. Опишите преимущества и недостатки обеззараживания воды озонированием.

3. Какие режимы фильтрации вы знаете?

4. Каковы преимущества и недостатки волоконных мембранных модулей и аппаратов типа фильтр-пресс?

5. Какие требования предъявляются к электродиализным мембранам?

6. Какой объем воды с исходной жесткостью 2 ммоль/л умягчить с помощью ионообменной колонки диаметром 20 см и высотой 2 м, заполненной катионитом в H+-форме. Плотность смолы 1,1 г/см3, обменная емкость 2,5 ммоль/г. Запишите уравнение протекающей при этом химической реакции.

7. Какой объем воды очищается ежесуточно в ФОК «АкваКуб»?

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1

1. Источники загрязнения природной воды.
2. Классификация примесей в водных объектах.
3. Какие макро- и микрокомпоненты природных вод вы знаете?
4. Какие химические соединения придают воде жесткость?
5. Какие классификации природных вод вам известны?

Лабораторная работа №2

1. Что такое буферная емкость природной воды?
2. Углекислотное равновесие в природной воде.
3. Как определить суммарное содержание углерода в природной воде?
4. Какие индикаторы применяются для определения суммарного углерода?

Лабораторная работа №3-6

1. Какие единичные, косвенные и комплексные показатели качества воды вы знаете? Приведите примеры.
2. Какие органолептические показатели качества воды вы знаете и каковы единицы их измерения?
3. Химические показатели качества воды: pH, кислотность, щелочность, окисляемость. Каковы методы их определения?
4. Что такое ПДК? Дайте определение.
5. Каковы требования к качеству воды в различных отраслях народного хозяйства?

Лабораторная работа №7-8

1. Перечислите методы очистки воды от примесей дисперсных частиц.
2. Какие безреагентные методы осветления и обесцвечивания вы знаете?
3. Какие реагентные методы осветления и обесцвечивания используются при водоподготовке?
4. В чем сущность флотационного метода очистки воды?
5. Какие методы обеззараживания воды вам известны?

Лабораторная работа №9-11

1. Какие методы умягчения воды вы знаете?
2. Какова эффективность умягчения воды при использовании различных реагентов?
3. Приведите примеры технологических схем очистки воды в ионитных фильтрах.
4. Как регенерировать ионообменную колонку?
5. В чем сущность умягчения воды методом мембранного электролиза? Заишите уравнения реакций, протекающих на электродах и в камерах электролизера.

Лабораторная работа №12-14

1. Классификация методов опреснения и обессоливания воды.
2. В чем сущность электрохимических методов опреснения и обессоливания воды?
3. Какие мембранные методы используются для водоподготовки?
4. Перечислите требования к обратноосмотическим мембранам.
5. Какие типы мембранных модулей используются для водоподготовки?

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

1. Список вопросов для подготовки к зачету

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: pH, кислотность, щелочность, окисляемость и др. Методы определения.
9. Углекислотное равновесие.
10. Требования к качеству воды в различных отраслях народного хозяйства.

2. Список вопросов для подготовки к экзамену

1. Физические свойства воды.
2. Химические свойства воды.
3. Аномальные свойства воды.
4. Классификация природных вод по целевому назначению, степени минерализации, химическому составу, фазово-дисперсному состоянию примесей.
5. Показатели качества воды. Определение органолептических свойств воды.
6. Химические показатели качества воды. Методы определения.
7. Методы очистки воды от примесей дисперсных частиц.
8. Безреагентные методы осветления и обесцвечивания воды.
9. Реагентные методы осветления и обесцвечивания воды.
10. Коагуляция и электрокоагуляция в водоподготовке.
11. Эффективность умягчения воды при использовании различных реагентов.
12. Ионный обмен в водоподготовке. Регенерация ионообменных колонок.
13. Na+ и H+ катионитовое умягчение воды, контролируемые параметры.
14. Физические способы обеззараживания воды. Преимущества и недостатки физических способов обеззараживания воды.
15. Электрохимический способ обеззараживания воды.
16. Углекислотное равновесие.

17. Химические способы обеззараживания воды.
18. Комплексные методы обеззараживания воды.
19. Методы устранения запахов и привкусов воды. Конструкции аэраторов для устранения запахов и привкусов воды.
20. Физико-химические основы коагуляции коллоидных примесей воды.
21. Сущность флотационного метода очистки воды.
22. Равновесия в процессах осаждения солей жесткости.
23. Классификация методов опреснения и обессоливания воды.
24. Методы опреснения и обессоливания воды с изменением агрегатного состояния.
25. Электрохимические методы опреснения и обессоливания воды.
26. Баромембранные методы водоподготовки.
27. Мембраны для обратного осмоса и ультрафильтрации. Их получение. Классификация полупроницаемых мембран.
28. Электродиализ. Общие конструктивные элементы.
29. Массоперенос через мембраны. Виды потоков через мембрану.
30. Принцип работы обратноосмотических мембран.
31. Ультрафильтрация и микрофильтрация.
32. Поляризационные явления в баромембранной системе.
33. Гелевая поляризация в баромембранной системе.
34. Способы снижения влияния поляризационных явлений в баромембранных системах.
35. Система водоподготовки в ФОК «АкваКУБ».
36. Умягчение воды методом мембранного электролиза.
37. Электродиализ. Факторы, влияющие на эффективность электродиализного концентрирования.
38. Электродеионизация. Организация процесса получения ультрачистой воды.

3. Пример билета к экзамену

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Кафедра физической химии
Направление подготовки 04.03.01 - Химия
Дисциплина «Химия воды и водоподготовка»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Классификация природных вод по целевому назначению, степени минерализации, химическому составу, фазово-дисперсному состоянию примесей.
2. Химические способы обеззараживания воды.
3. Система водоподготовки в ФОК «АкваКУБ».

Зав. кафедрой физической химии _____ И.В. Фалина

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

- оценка «зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает классификацию природных вод, методы оценки качества воды, основные процессы и аппараты водоподготовки, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять экспериментальные данные с применением теоретических представлений.

- оценка «не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется в описании методов оценки качества воды, не может привести примеры способов очистки воды от различных примесей, затрудняется привести примеры способов умягчения воды.

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 показатели качества воды и методы их определения, процессы и аппараты водоподготовки.
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 физико-химические свойства воды и имеет представление о процессах и аппаратах водоподготовки, 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 классификацию природных вод, однако плохо разбирается в специфических методах их очистки, 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 выбрать правильный метод водоподготовки даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (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. Шачнева, Е.Ю. Водоподготовка и химия воды [Электронный ресурс] / Е. Ю. Шачнева. - 1-е изд. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 104 с. - http://www.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=32&pl1_id=1656.
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.
3. Мембраны и мембранные технологии / Отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2013. – 612 с.

5.2. Периодическая литература

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

2. Мембраны и мембранные технологии - российский научный журнал, публикующий статьи по основным проблемам получения и исследования мембран и развития важнейших направлений мембранных технологий, в том числе и водоподготовки.

3. Журнал общей 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.

4. Водные ресурсы – российский научный журнал, публикующий работы, посвящённые проблеме водных ресурсов планеты.

5. Энергосбережение и водоподготовка – российский научный журнал, публикующий работы, связанные с водоподготовкой и энергосбережением.

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 «Химия воды и водоподготовка». 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 и 139С)	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, электроплитки – 2 шт., весы лабораторные – 1 шт, весы аналитические – 2 шт, термостат воздушный – 1 шт, иономер-pH-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, шейкер лабораторный – 2 шт; ПК-3 шт., химические реактивы.	Microsoft Windows; Microsoft Office

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

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-	Microsoft Windows; Microsoft Office

	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)	
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